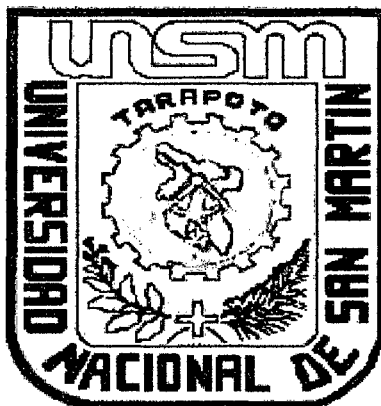


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE ECOLOGÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES**



**“FILTROS FÍSICOS EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS PARA SU REUTILIZACIÓN EN REGADÍO EN LA I.E N°  
00813, OCHAMÉ-MOYOBAMBA, 2013”**

**TESIS**  
**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO SANITARIO**

**AUTORES**  
**BACH. WILLY JHON, ARISTA REÁTEGUI**  
**BACH. LUZ EDITH, PEÑA PÉREZ**

**ASESOR**  
**ING AGRÓNOMO JUAN JOSE PINEDO CANTA**

**MOYOBAMBA – PERÚ**

**2015**

**Código N° 06053813**





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
FACULTAD DE ECOLOGIA  
Escuela Académica Profesional De Ingeniería Sanitaria

**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO SANITARIO**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las once de la mañana del día Lunes 12 de Octubre del Dos Mil Quince, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing M.Sc. MIRTHA FELICITA VALVERDE VERA	PRESIDENTE
Lic. RONALD JULCA URQUIZA	SECRETARIO
Ing M.Sc. MANUEL RAMIREZ NAVARRO	MIEMBRO
Ing. JUAN JOSÉ PINEDO CANTA	ASESOR

Para evaluar la sustentación de la Tesis Titulado “**FILTROS FÍSICOS EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PARA SU REUTILIZACIÓN EN REGADÍO EN LA I.E N° 00813, OCHAMÉ-MOYOBAMBA, 2013**”; presentado por los bachilleres en Ingeniería Sanitaria **Bach. LUZ EDITH PEÑA PÉREZ y WILLY JHON ARISTA REÁTEGUI**, Según Resolución Concejo de Facultad N° 0173-2013-UNSM-T-FE-CF. De fecha 27 de Noviembre del 2013.

Los Señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** Con el calificativo de **MUY BUENO** y nota **DIECISEIS (16)**

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las 12:40 p.m horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

Ing M.Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera  
Presidente

Lic. Ronald Julca Urquiza  
Secretario

Ing M.Sc. Manuel Ramirez Navarro  
Miembro

Ing. Juan José Pinedo Canta  
Asesor

## **DEDICATORIA:**

*Dedicamos este trabajo de Tesis a nuestros padres por ser el pilar más importante y demostrarnos siempre su cariño y apoyo incondicional en todo momento de nuestra formación Profesional.*

***Autores.***

## AGRADECIMIENTO

*Con Inmenso Cariño y Gratitud a Dios por darme la Vida y el tiempo para poder realizar todos nuestros Sueños Metas y Objetivos trazados.*

*A la I.E. N° 00813, Por haber puesto sus instalaciones a nuestra disposición para poder ejecutar nuestro proyecto de Tesis.*

*Mi eterno Agradecimiento A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN y profesores de cada asignatura dictada durante toda nuestra vida universitaria, por todas aquellas lecciones dictadas y aprendidas, consolidándose al final nuestra vida profesional.*

*A nuestro asesor de tesis, Ing. Juan José Pinedo Canta, quien con sus enseñanzas y orientación ha sabido encaminarnos hacia el logro de nuestros objetivos con éxito.*

*Finalmente Agradecer a mis compañeros de trabajo, CONHYDRA y amigos por alentarme a seguir adelante Siempre*

***Autores.***

## INDICE

### PÁGINAS PRELIMINARES

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
INDICE.....	iii
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi

### CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....1

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.OBJETIVOS.....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	3
1.3.1. Antecedentes de la Investigación.....	3
1.3.2. Bases teóricas.....	6
1.3.3. Definición de términos.....	20
1.4.VARIABLES.....	22
1.4.1. Variable Independiente “X”.....	22
1.4.2. Variable dependiente “Y”.....	22
1.5.HIPÓTESIS.....	22

### CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO.....23

2.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.1.1. De acuerdo a la Orientación.....	23
2.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación.....	23
2.2.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.3.POBLACIÓN Y MUESTRA.....	24
2.3.1. Población.....	24
2.3.2. Muestra.....	24
2.4.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	24
2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	29

**CAPÍTULO III: RESULTADOS.....32**  
3.1.RESULTADOS.....32  
3.2.DISCUSIÓN.....47  
3.3.CONCLUSIONES.....50  
3.4.RECOMENDACIONES.....51  
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....52  
ANEXOS.....55

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la I.E N° 00813, ubicada en el centro poblado de Ochamé, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, teniendo como objetivo determinar el efecto que producen los filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas para su reutilización en regadío, considerándose los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua residual (pH, DBO5, DQO, SST y Coliformes Totales), los mismos que fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en las normas nacionales.

La revisión bibliográfica condujo a suponer que si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces se obtendrá agua reutilizable en regadíos, lo cual constituyó la hipótesis de investigación.

En la parte operativa, la investigación fue conducida bajo un diseño experimental con pre y post prueba, y durante el periodo de operación de los filtros físicos se realizaron 6 muestras de agua residual; en la que cada muestra era de 500 ml; teniéndose un total de 3 litros; los cuales conformaron la muestra.

En cuanto a los resultados, mediante tres análisis físicos químicos y microbiológicos se determinaron los parámetros de SST, pH, Coliformes Totales, DBO5 y DQO para el agua residual doméstica, los mismos que se encuentran por debajo de los valores establecidos en los ECA para regadío, dejando en claro de esta manera que el agua (Efluente) es apta para ser reutilizada en regadíos; lo cual quedó demostrado al realizar la respectiva prueba de hipótesis mediante la distribución t de student con 95% de confianza.

Respecto a la remoción de contaminantes, los resultados obtenidos durante el proceso de investigación mostraron que los filtros físicos como unidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas lograron surtir efectos positivos, de tal manera que la remoción alcanzada para SST es de 82.86%, para coliformes totales es 77.13%, para la DBO se alcanzó una remoción de 96.94% y para la DQO se alcanzó remover un 92.95 %.

Finalmente, se demostró que, el agua tratada con filtros físicos y reutilizada en regadío (vegetales de tallo alto) aporta la mayor cantidad de nutrientes cuando se compara con un suelo testigo.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

## CENTRO DE IDIOMAS



### ABSTRACT

The research work was carried out in I. E N°. 00813, located in Ochame town, Moyobamba district, Moyobamba province, San Martín department, taking as its objective to determine the effect the physical filters in the treatment of domestic wastewater for reuse in irrigation, considering the physical, chemical and bacteriological parameters of the residual water (pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST and Total coliforms), the same who were compared with the Environmental Quality Standards (ECA) laid down in the national standards.

The literature review led to assume that if we use physical filters in the treatment of domestic wastewater, then we would get useable water in irrigation, which formed the research hypotheses.

In the operative part, research was conducted under an experimental design with pre- and post-test, and during the period of operation of the filters were six physical samples of wastewater; in which each sample was 500 ml; taking a total of 3 liters; which formed the sample.

In terms of results, using three physical chemical analysis and microbiological parameters, were determined from SST, pH, Total Coliforms, DBO<sub>5</sub> y DQO to the domestic residual water, the same that are below the established values in ECA for irrigation, making it clear in this way that the water (effluent) is fit to be reused in irrigation; which has been proved to perform the respective hypothesis test, using the student-t distribution with 95% confidence.

With regard to the removal of pollutants, the results obtained during the process of investigation showed that the filters as physical units for domestic wastewater treatment achieved have positive effects, in such a way that the removal reached for SST is 82.86 %, for total coliforms it is 77.13 %, for the DBO there was reached a removal of 96.94 % and for the DQO it was reached to remove 92.95 %.

Finally, it was demonstrated that the treated water with physical filters and reused in irrigation (plants of high stem) provides the greatest amount of nutrients when compared with the control soil.

Key words: physical filters, domestic wastewater.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Uno de los problemas socio ambientales más grandes en la actualidad es la contaminación de las fuentes naturales de agua, debido a la descarga de grandes volúmenes de aguas residuales que por tener un alto contenido de microorganismos patógenos, minerales y excesivas cantidades de carga orgánica causan un impacto letal al medio ambiente además de crear fuentes potenciales para el desarrollo de enfermedades. (Fioravanti M y Vega N, 2003).

En el Perú en la mayoría de localidades las aguas residuales domesticas se vierten directamente a los cuerpos de agua sin tratamiento alguno, pese a que se vienen desarrollado numerosos intentos para tratar estos grandes volúmenes de aguas residuales; son pocos los proyectos que puedan llamarse exitosos, dado que algunos gobiernos locales ante la necesidad de responder al problema ya mencionado han optado por aplicar tecnologías convencionales que en su mayoría han presentado grandes limitaciones ya que no tienen suficiente capacidad de tratamiento permaneciendo los problemas de olores ofensivos y de solidos sin degradar, obteniendo como resultado la contaminación de los cuerpos de agua que reciben tanto los efluentes de insuficiente calidad de las PTAR como los vertimientos de aguas residuales crudas provenientes de los sistemas de alcantarillado que expresado en cifras este volumen de aguas residuales sin tratamiento en el Perú equivalen al 65%.(Fondo Nacional del Ambiente, 2010)

En la región de San Martín y sobre todo en la ciudad de Moyobamba nuestra realidad es mucho más preocupante ya que son contados y sobre todo muy reducidos los proyectos que se han dado para solucionar dicho problema; Ello se debe principalmente, a la visión sesgada del gobierno que demuestra la ausencia de inversiones para implementar un sistema de tratamiento adecuado que permita minimizar la contaminación de los ríos que son los que más se ven afectados.

A raíz de toda esta problemática surge la interrogante: ¿Cuál es el efecto que producen los filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, para su reutilización en regadíos en la I.E. N° 00813, Ochamé-Moyobamba?

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General:**

Determinar el efecto que producen los filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domesticas para su reutilización en regadío en la I.E N° 00813, Ochamé-Moyobamba.

### **1.2.2. Objetivos Específicos:**

- a. Determinar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua residual: pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Coliformes Totales.
- b. Comparar los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos en las normas nacionales.
- c. Determinar el porcentaje de remoción de contaminantes alcanzado mediante el tratamiento del agua residual con filtro físicos.
- d. Caracterizar el suelo del biohuerto para determinar el aporte de nutrientes provenientes del agua residual.

### 1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 1.3.1. Antecedentes de la investigación

En la tesis **“Diseño, Construcción y Evaluación de un Filtro Intermitente de Arena Pómez”**. López, J (2012). Guatemala. En la investigación sobre el filtro intermitente de arena Como Unidad de tratamiento de Aguas Residuales, evaluaron los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, Nitrógeno Total, Fósforo Total y Sólidos Suspendidos, De las cuales logró remover para DQO un valor de 84,32 %, para la DBO<sub>5</sub> se removió el 82,62 % y para los sólidos Suspendidos logró remover el 36,89 % de la concentración inicial contenida en el agua residual.

En la tesis **“Pulimento de los efluentes de las lagunas de estabilización de la Universidad de Zulia a través de un filtro rocoso”**. Yabroudi et al, (2002). Venezuela. En su proyecto estudiaron la eficiencia de un filtro rocoso como sistema de tratamiento para mejorar la calidad del efluente de las lagunas de estabilización de la universidad del Zulia. Evaluando parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Para llevar a cabo su objetivo evaluaron el comportamiento de un lecho rocoso de 0.8 m de altura constituido por piedras tipo granzoncillo con un diámetro promedio de 2.5 cm. se utilizaron cargas hidráulicas iguales a 0,75 y 0.50 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>d durante un periodo de seis semanas cada una. En donde al analizar el comportamiento de la remoción de turbidez para cada una de las cargas, se obtuvo para la carga de 0,75 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>d una remoción promedio igual a 69% y para la carga de 0,50 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>d fue igual a 80%, indicando que la eficiencia del filtro aumenta a cargas hidráulicas bajas; por otro lado estudiaron los rangos de pH alcanzados y observaron que se encuentran bastante cercanos y proporcionan condiciones para que se den los procesos biológicos dentro del filtro, ubicándose en el rango de pH óptimo para la digestión anaerobia, entre 6,6 y 7,6.

En la **“Propuesta de elaboración de un filtro para el tratamiento de boro en aguas residuales provenientes de la geo Ahuachapán”**. Valle, C; Reyes, O. (2012). El salvador.

Manifiesta que el método propuesto fue la elaboración de un filtro artesanal de piedra volcánica-carbón activado para el tratamiento de aguas residuales. El tratamiento se realizó, tomando agua residual de tipo geotérmica en el punto de descarga durante un periodo de cuatro meses. Según los resultados que obtuvieron ellos concluyeron en que el filtro de piedra volcánica-carbón activado, posee propiedades de eliminación del boro del agua residual, debido a la piedra volcánica; se observó la disminución del contenido de boro en un 65.1% de promedio durante un periodo de cuatro meses.

En la tesis de **"Implementación del material denominado: Ripio clasificado de concreto como material filtrante en filtros percoladores en la planta piloto"**. Ramírez, A. (2010), Guatemala.

En su investigación los resultados fueron los siguientes: Para la unidad con medio filtrante piedra volcánica obtuvo una eficiencia de remoción promedio de la  $DBO_5$  de 89.38%; para la unidad con medio filtrante material PET, fue de 70.27%; y para la unidad con medio filtrante ripio clasificado de concreto fue de 85.18%.

**En el estudio experimental del proceso de filtros percoladores operando por gravedad, ERIS (Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Universidad de San Carlos-Guatemala)**, realizado por Saravia, P. (2010), Guatemala

Indica que el filtro experimental construido, consistió en una torre de 8.5 metros de altura de lecho filtrante con un diámetro interno de 1.20 metros, los resultados obtenidos fueron: carga hidráulica 9.6  $m^3/m^2.día$ , 65 habitantes tratados por metro cúbico de filtro, carga orgánica 1.22 Kg de  $DBO_5/m^3.día$  y 75% de eficiencia en la remoción de materia orgánica. Se demostró la sencillez de la operación y el operador dedica en promedio menos de 3 horas diarias para operar todo el sistema.

En la Tesis **“Diseño y construcción de un filtro intermitente de grava sin recirculación y comparación con eficiencias teóricas de filtros con recirculación para el tratamiento de agua residual doméstica”**, realizado por Siguí, N. (2013), Guatemala

En esta Investigación el Filtro Intermitente de Arena presentó los siguientes resultados: La eficiencia máxima de remoción de la DBO<sub>5</sub> fue de 76 %. La máxima eficiencia de remoción de DQO se obtuvo en la octava muestra, siendo 79%.

En lo que se refiere al análisis de SST, se observa que efectivamente hay una reducción de los SST pero en promedio fue baja, 45,0 %, y un valor medio en el efluente de 23,5 mg/l. Esto nos indica que el filtro no es realmente eficiente para reducción de SST, y que probablemente se deba añadir un sedimentador a su salida para clarificar el agua, y así obtener mejores resultados en la medida de este parámetro.

El pH del agua subió significativamente en los primeros 4 análisis mostrados. Esto se debe probablemente a la falta de una limpieza a la grava utilizada. La limpieza era necesaria ya que la grava posee algo de cal, lo que ocasionó un aumento significativo de este parámetro en un inicio, y se redujo conforme la grava se lavó a causa del caudal entrante.

En la Tesis **“Valoración de unidades de Filtración lenta en arena como alternativa para la remoción de contaminación bacteriológico en Aguas Residuales de Efluentes Secundarios Anaerobios”**. Aguirre, K. (2009). En esta investigación realizada en Pereira (Brasil) los resultados obtenidos demostraron que los sistemas FLA son eficientes para la remoción de materia orgánica y nitrógeno total, con porcentajes de remoción en carga entre 80% y 98%, particularmente se encontraron mejores eficiencias en los filtros con cargas hidráulicas bajas, de la misma forma se obtuvieron mejores resultados en los filtros pertenecientes al tren de tratamiento del humedal de flujo vertical.

### **1.3.2. Bases teóricas**

#### **1.3.2.1. Problemática de las aguas Residuales**

El crecimiento acelerado de la población, la contaminación de las fuentes naturales de agua superficial y subterránea, la desigual distribución espacial del recurso hídrico y los prolongados períodos de estiaje, vienen forzando la necesidad de propuestas innovadoras como fuentes alternativas para el abastecimiento de agua. En este contexto, las aguas residuales se constituyen en fuente adicional para atender la demanda del recurso. Fernández, A. (2011)

El agua residual tratada, constituye un valioso recurso que podría sustituir un importante volumen de agua de primer uso, en actividades que no requieren de la calidad de agua potable. El impacto de dicho tratamiento incidirá principalmente en la reducción de los riesgos para la salud pública, la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación; la conservación original de la calidad de las aguas en las fuentes naturales superficiales y subterráneas y un mejor aprovechamiento por su disponibilidad continua. Fernández, A. (2011)

Sin embargo es evidente que las limitadas prácticas de manejo de las aguas residuales no son planeadas ni controladas adecuadamente y generan volúmenes considerables de infiltración, con el peligro de contaminar los acuíferos que se utilicen para el abastecimiento de agua potable en las ciudades, constituyéndose en una fuente difusa de contaminación continua. Fernández, A. (2011)

La ingesta directa de agua por fuentes contaminadas o indirecta a través de alimentos de consumo crudo de tallo bajo regados por aguas residuales o de tallo alto sin tratar o insuficientemente tratadas, así como el contacto con campos regados con aguas residuales insuficientemente tratadas y sin tomar las debidas restricciones, representan un elevado riesgo de infección parasítica (giardiasis, amebiasis, teniasis, ascariasis), vírica (hepatitis, diarreas por rotavirus) y bacteriana (cólera, tifoidea, EDAS en general). Fernández, A. (2011)

### **1.3.2.2. Aguas residuales.**

Son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más del 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña, y se expresa en mg/l. Glynn, H y Heinke, G. (1999)

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos o de procesos industriales, los cuales, por razones de salud pública y por consideraciones de recreación económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales. Los materiales inorgánicos, como la arcilla, sedimentos y otros residuos, se pueden eliminar por métodos mecánicos y químicos; sin embargo, si el material que debe ser eliminado es de naturaleza orgánica, el tratamiento implica usualmente actividades de microorganismos que oxidan y convierten la materia orgánica en CO<sub>2</sub>; es por esto que los tratamientos de las aguas de desecho son procesos en los cuales los microorganismos juegan papeles cruciales. Crites, Tchobanoglous. (2000)

#### **A. Las aguas residuales domésticas**

Las aguas residuales domésticas son las procedentes de zonas de vivienda y de servicios producidas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas. Huertas, R et al. (2012)

En general se consideran aguas residuales domesticas a los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. Romero, J. (2002).



**Tabla 01: Concentración típica del agua residual doméstica.**

PARAMETRO	UNIDAD	RANGO		
		Mínimo	Máximo	Promedio
DBO <sub>5</sub>	mg/l	110	400	210
DQO	mg/l	250	1000	500
SST	mg/l	100	350	210
NTK	mg/l	20	85	35
Fosforo Total	mg/l	4	15	7
Grasas y Aceites	mg/l	50	150	90
Coliformes totales	NMP/100 ml	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup>
Coliformes fecales	NMP/100 ml	10 <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales. Romero, J (1999)

### **Características de las Aguas Residuales Domésticas**

#### **✓ Características biológicas**

Donde quiera que haya alimento adecuado, suficiente humedad y una temperatura idónea, los microorganismos prosperan. Las aguas residuales domésticas proporcionan un ambiente ideal para una inmensa colección de microbios, sobre todo bacterias virus y protozoarios entre ellos microorganismos patógenos (organismos causantes de enfermedades) provenientes de los excrementos de personas con enfermedades infecciosas. Glynn, H y Heinke, G. (1999)

Las aguas residuales domesticas vienen dadas por una gran variedad de organismos vivos de alta capacidad metabólica, y gran potencial de descomposición y degradación de la materia orgánica e inorgánica. El componente orgánico de las aguas residuales es un medio de cultivo que permite el desarrollo de los microorganismos que cierran los ciclos biogeoquímicos de elementos como el carbono, el nitrógeno, el fósforo o el azufre.

Los organismos que principalmente se encuentran en las aguas residuales urbanas son: algas, mohos, bacterias, virus, flagelados, ciliados, rotíferos, nemátodos, anélidos, larvas, etc. Martín, I et al. (2006)

✓ **Materia orgánica.**

Las proteínas y carbohidratos constituyen el 90% de la materia orgánica de las agua residuales domésticas. Las fuentes de estos contaminantes biodegradables incluyen los excrementos y orina de los humanos, los residuos de alimentos de los fregaderos, el polvo y la suciedad procedente del baño y del lavado de ropa además de jabón, detergentes y otros productos de limpieza. Glynn, H y Heinke, G. (1999)

La materia orgánica de las aguas residuales es una combinación de carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno principalmente con las proteínas, los carbohidratos y las grasas y aceites como grupos más importantes. Romero, J. (1999).

✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

Es la cantidad medida de oxígeno que requieren microorganismos aclimatados para degradar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales.

La DBO<sub>5</sub> es el parámetro más importante en el control de la contaminación del agua. Este dato se utiliza como una medida de la contaminación orgánica como una base para estimar el oxígeno necesario para los procesos biológicos y como un indicador del rendimiento de los procesos. Glynn, H y Heinke, G. (1999)

La DBO<sub>5</sub> es el parámetro más usado para medir la calidad de las Aguas Residuales y Superficiales, para determinar la cantidad de

oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras. Romero, J. (2002).

✓ **Demanda Química de oxígeno.**

Se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura. Romero, J. (2002).

✓ **Sólidos Suspendidos Totales.**

Corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno. Romero, J. (2002).

✓ **Coliformes Fecales**

Los Organismos patógenos que pueden existir en las Aguas Residuales son, generalmente, pocos y difíciles de aislar e identificar. Por esta razón se prefiere utilizar a los coliformes como organismo indicador de contaminación o, en otras palabras, como indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad.

El hombre arroja diariamente en sus excrementos, entre  $10^9$  y  $4 \times 10^{11}$  coliformes; por tanto su presencia puede detectarse con facilidad y utilizarse como norma de control sanitario.

Las bacterias coliformes son bacilos gram-negativos, aerobios y facultativos anaerobios, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas en  $48 \pm 3$  h a 35 ó 37°C. El grupo de coliformes Totales, grupo coli aerogenes, incluye los géneros *Escherichia*, Especie *E. coli*, como la población de bacterias coliformes más representativa de contaminación fecal. Romero, J. (2002).

✓ **Potencial de Hidrógeno (pH)**

Medida de la concentración de ión hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ión hidrógeno. Aguas residuales en concentración adversa del ión hidrógeno son difíciles de tratar biológicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos, Aguas con pH menor de seis, en tratamiento biológico, favorece el crecimiento de hongos sobre las bacterias. Romero, J. (2002).

El pH es un parámetro de mucho control en los procesos de tratamiento biológico a causa de las necesidades de los microorganismos. El pH adecuado para el desarrollo de la mayoría de los organismos está entre 6.5 y 8.5. Gonzáles, G. (2012)

**B. Aguas residuales reutilizables.**

Comprende los métodos y tecnologías cuyo producto final retorna a la naturaleza con el mínimo riesgo o como un recurso utilizable para la agricultura, riego de jardines y otros fines. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2010).

Las aguas residuales reutilizables o recuperadas son aquellas que han recibido el tratamiento suficiente para volver a ser utilizadas

directamente en la industria y en la agricultura. Glynn, H y Heinke, G. (1999).

Las reutilizaciones más importantes son las que, por diferentes motivos consisten en la aplicación de agua residual depurada al suelo. La reutilización donde predominan criterios de riego, es decir, aquella en la cual el uso del agua se efectúa en función del agua residual depurada como agua de riego. Kestler, P. (2004).

### **C. Tratamiento de las aguas residuales.**

El objetivo principal del tratamiento del agua residual es minimizar el impacto en salud y el impacto ambiental al verter los contaminantes constituyentes del agua residual doméstica é industrial en cuerpos de agua receptores. (Gonzáles, G. 2012)

Para lograr este objetivo los procesos de tratamiento se centran básicamente en la reducción de DBO<sub>5</sub>, de Sólidos en suspensión, de organismos patógenos y en casos más específicos en la eliminación de nutrientes. Gonzáles, G. (2012)

La eliminación de los contaminantes se realiza de forma ordenada y secuencial a través de diferentes etapas, que aplicadas de forma sucesiva proporcionan un grado de tratamiento creciente de las aguas. Huertas, R et al. (2012)

- i. **Pre tratamiento:** Separación previa de la mayor cantidad posible de contaminantes que por naturaleza o tamaño puedan dar problemas posteriormente (sólidos gruesos, arenas y flotantes principalmente). Huertas, R et al. (2012)
- ii. **Tratamiento primario:** Tratamiento de las aguas residuales mediante un proceso físico o fisicoquímico, que incluya la sedimentación de los sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO<sub>5</sub> de las aguas que entren se reduzca, por lo menos, en un 20% antes del vertido, y el total de sólidos en

suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos, en un 50%. Martín, I et al. (2006).

- iii. **Tratamiento secundario:** En este caso el objetivo es la eliminación de la materia orgánica biodegradable disuelta o en forma coloidal, así como el resto de sólidos y parte de los nutrientes presentes en el agua. Huertas, R et al. (2012)
- iv. **Tratamiento terciario:** Permite obtener efluentes de mayor calidad, para ser vertidos en zonas con requisitos más exigentes. Generalmente se busca la eliminación de nutrientes y patógenos. Huertas, R et al. (2012)

#### **1.3.2.3. Filtración en medio granular**

La filtración es una operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión.

En la filtración el medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable, dispuesta en distintas capas de distinto tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña y de entre 0.15 y 0.3 mm. Rodríguez, A et al. (2006).

En el tratamiento de Aguas residuales, la filtración es una operación utilizada para remover sólidos, material no sedimentable, Turbiedad, fósforo, DBO<sub>5</sub>, DQO, metales pesados, virus, es decir para asegurar la calidad del efluente Romero, J. (1999).

##### **A. Aplicación de la Filtración por medio Granular.**

Las primeras aplicaciones de los filtros de medio granular en el tratamiento de las aguas residuales seguían básicamente los procedimientos de diseño desarrollados por el tratamiento del agua potable. Debido a que las características físicas y químicas de las aguas residuales difieren de las de la mayoría de las aguas naturales,

la filtración de aguas residuales entraña consideraciones de diseño especiales. En general, los filtros de Agua residual reciben partículas de tamaño mayor y más variable, mayor peso y cargas de sólidos más variables. Los mecanismos de filtración son complejos y puede resultar de la combinación de diversos factores, entre los que se incluyen el arrastre (mecánico o por colisión aleatoria), la interceptación dentro del medio filtrante, la sedimentación por gravedad, impacto inercial de la partículas que presentan adhesión al medio filtrante y el crecimiento de sólidos biológicos en el seno del medio, lo cual favorece adicionalmente, la eliminación de sólidos. Metcalf & Eddy. (1995)

## **B. Tipos de Filtros Físicos**

Los medios filtrantes naturales, están compuestos por un material, suelo, arcillas, arenas, gravas, entre otros, compuestos por poros que contienen aire, agua y microorganismos u organismos pequeños, y múltiples aplicaciones han surgido para estos. Para *Viessman W. y Hammer M. (1998)*, y *Harrington G. et al. (2003)*, la filtración es utilizada principalmente para separar sólidos de aguas naturales y aguas residuales pasándolos por un medio poroso, aunque es también considerable su capacidad de remoción de patogenicidad. El sistema de filtración más común es a través de una capa de medio granular, que usualmente es arena fina.

### **i. Filtros Intermitentes de Arena.**

Los filtros intermitentes de arena son lechos poco profundos, en donde el agua, una vez pre tratada, se hace circular verticalmente y de forma intermitente a través del lecho filtrante sobre el que se desarrolla una película bacteriana. En estos sistemas predominan los mecanismos de filtración, oxidación biológica y adsorción, proceso por el cual se

produce la fijación en la superficie de las partículas. Huertas, R et al. (2012)

Lecho de Arena presenta un espesor que oscila entre 0,6 y 1,0 m y descansa sobre una capa de grava en la que se ubican las tuberías de recogida del efluente depurado.

Para mantener las condiciones aerobias durante la operación, el agua residual se aplica al Filtro de forma intermitente. Martín, I et al. (2006).

## **ii. Filtro Percolador**

Tanque normalmente cilíndrico relleno de un material inerte sobre el que se rocía el agua a tratar.

Se efectúa una ventilación por tiro natural o forzado para favorecer el aporte del oxígeno necesario para mantener la microflora en un medio aerobio. Sobre el material inerte se forma una película bacteriana, que según el espesor puede desarrollar bajo la capa aerobia otra capa anaerobia adicional a la primera.

El medio filtrante de piedra gruesa o material sintético, se desarrolla una película de microorganismos que degradan la materia orgánica del agua residual. Arana, V. (2009).

## **iii. Filtros Turba.**

Este sistema de depuración se fundamenta en la filtración del agua residual urbana a través de lechos que emplean turba como material filtrante. La turba es un tipo de humus que se forma en las condiciones anaerobias propias de los medios saturados con agua.

Los Filtros de Turba están constituidos por recintos en los que se disponen una serie de capas filtrantes, cuya composición de arriba hacia abajo suele ser: turba, arena, gravilla y grava. La



acción de depuración se realiza en la capa de turba, mientras que el resto de los estratos empleados no tienen más función que retener al inmediato superior. Martín, I et al. (2006).

**iv. Zanjas filtrantes (infiltración-percolación).**

La Infiltración-percolación de aguas residuales es un proceso de depuración por filtración biológica aerobia sobre un medio granular fino. El agua fluye sucesivamente sobre varias unidades de infiltración. Las cargas hidráulicas son equivalentes a varios centenares de litros por metro cuadrado de macizo filtrante y día. El agua que se debe tratar está uniformemente repartida por la superficie del filtro que no está cubierto. El nivel de distribución de las aguas se mantiene al aire libre y es visible.

En una Zanja filtrante, el agua residual previamente tratada e infiltra en el terreno a través de unas zanjas de grava. Huertas, R et al. (2012).

**v. Filtros plantados de flujo vertical.**

A la inversa de la infiltración percolación anteriormente descrita, el afluente bruto se reparte directamente, sin decantación previa, por la superficie del filtro. Fluye en su seno, experimentando un tratamiento físico (filtración), químico (adsorción.) y biológico (biomasa fijada sobre soporte fino). Las aguas depuradas son drenadas y los filtros se alimentan por tongadas de aguas residuales brutas. Para un mismo piso, la superficie de filtración está separada en varias unidades que permiten instaurar periodos de alimentación y periodos de reposo. Comisión europea. (2002).

### **C. Mecanismos de remoción de un medio granular.**

Los mecanismos de remoción más influyentes son el cernido, sedimentación, impacto inercial, intercepción y adhesión. Pero también ocurren otros mecanismos como la adsorción química, adsorción física (fuerzas electrostáticas, electrocinéticas y fuerzas de Van der Waals) y Floculación, Metcalf & Eddy. (1995)

**Tabla N° 02: Mecanismos actuantes en el seno de un filtro de medio granular**

<b>Mecanismo</b>	<b>Descripción</b>
1. Retención	
a. Mecánica	Las partículas de mayor tamaño que los poros del medio filtrante son retenidos mecánicamente.
b. Contacto aleatorio	Las partículas del tamaño menor que los poros del medio filtrante, quedan atrapados del filtro por contacto aleatorio
2. Sedimentación	Las partículas sedimentan sobre el medio filtrante
3. Impacto	Las partículas pesadas no seguirán la línea de corriente del flujo
4. Intercepción	Muchas de las partículas que se mueven según la línea de corriente se eliminan cuando entran en contacto con la superficie del medio filtrante

Mecanismo	Descripción
5. Adhesión	Las partículas floculentas llegan a adherirse a la superficie del medio filtrante al pasar por él. Dada la fuerza creada por el agua que fluye, parte de la materia es arrastrada antes de quedar adherida y es transportada a zonas más profundas dentro del lecho. Al obturarse el lecho, la fuerza de arrastre superficial aumenta hasta un punto en el que no se puede eliminar más materia. Es posible que una cierta cantidad de material atraviese el fondo del filtro, causando la súbita aparición de turbidez en el efluente.
6. Adsorción Química	
a. Enlace	
b. Interacción química	Una vez que una partícula ha entrado en contacto con
7. Adsorción Física	la superficie del medio filtrante o con otras partículas,
a. Fuerzas electrostáticas	cualquiera de estos mecanismos, o ambos a la vez, pueden ser responsables de su retención
b. Fuerzas electrocinéticas	
c. Fuerzas de Van der Waals	
8. Floculación	Las partículas mayores alcanzan a las menores, se juntan con ellas y forman partículas de tamaños aún mayores. Estas partículas son subsiguientes eliminadas por alguno de los mecanismos de eliminación arriba indicados (1 a 5)

<b>Mecanismo</b>	<b>Descripción</b>
9. Crecimiento Biológico	El crecimiento biológico dentro del filtro reducirá el volumen del poro y puede mejorar la eliminación de partículas mediante alguno de los mecanismos de eliminación descritos (del 1 al 5)

Fuente: Ingeniería de Aguas Residuales. Metcalf & Eddy. (1995)

#### **D. Mecanismos responsables de la filtración biológica.**

En la Filtración biológica (esto es la filtración en la que los microorganismos que crecen en el lecho son los agentes purificadores), se producen una serie de reacciones orgánicas que completan el tratamiento, eliminando bacterias patógenas y protozoarios de importancia sanitaria.

Esto se debe a que la carga biológica que trae el agua se introduce entre las partículas del medio filtrante, la cual permite el crecimiento de una capa biológica en los primeros centímetros de un filtro (y en menor escala más adentro) que crecen con el tiempo. Arboleda, J. (2000).

La comunidad biológica presente en un filtro está compuesta principalmente por protista, incluyendo bacterias facultativas aerobias y anaerobias, hongos, algas y protozoos. También se suele encontrar algunos animales superiores como gusanos, larvas de insectos y caracoles. En el filtro, los organismos predominantes son las bacterias. Su misión, junto con las bacterias aerobias y anaerobias, es la de descomponer la materia orgánica del agua residual. . Metcalf & Eddy. (1995)

#### 1.3.2.4. Reutilización de efluentes

Es el uso del agua residual recuperada que se transporta desde una planta de recuperación hasta el emplazamiento de reutilización. Bajo este término se incluye actividades como el riego agrícola y de espacios verdes. Metcalf & Eddy. (1995)

#### Evaluación de la calidad del agua para riegos

Tabla 03: ECA (categoria 3: riego de vegetales)

PARAMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO				
PARAMETRO		UNIDADES	CONCENTRACION	
FISICOQUIMICOS				
Demanda Bioquímica de Oxígeno		mg/l	15	
Demanda Química de Oxígeno.		mg/l	40	
pH		Unidad de pH	6,5 -8,5	
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	150	
BIOLOGICOS			V Tallo Bajo	V Tallo Alto
Coliformes Termotolerantes		NMP/100ml	1000	2000(3)
Coliformes Totales		NMP/100ml	5000	5000(3)

Fuente: Decreto Supremo N° 002-2008/MINAM.

#### 1.3.3. Definición de términos

- **Afluente:** Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- **Agentes patógenos:** Organismos presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades (virus, bacterias, protozoos, hongos, etc).
- **Depuración de aguas residuales.** Purificación o remoción de sustancias objetables de las aguas residuales; se aplica exclusivamente a procesos de tratamiento de líquidos.

- **Eficiencia del tratamiento.** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje.
- **Estándares de Calidad Ambiental.** Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.
- **Efluente.** Líquido que sale de una planta de tratamiento.
- **Grasas y Aceites.** Sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia es tanto doméstica como industrial.
- **Lodos.** Lodos residuales, tratados o no, procedentes de las estaciones de depuración de aguas urbanas residuales.
- **Medio filtrante.** Material granular a través del cual pasa el agua residual con el propósito de purificación, tratamiento o acondicionamiento.
- **Muestreo.** Toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar.
- **Permeabilidad.** aptitud del suelo o de un sustrato rocoso a dejar el agua infiltrarse en las capas más profundas.
- **Reúso de aguas residuales.** Utilización de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico.

## **1.4.VARIABLES:**

### **1.4.1. Variable Independiente “X”:**

Filtro físico.

### **1.4.2. Variable Dependiente “Y”:**

Agua reutilizable.

#### **Indicadores:**

Parámetros físico-químicos y bacteriológicos

- pH
- DBO<sub>5</sub>
- DQO.
- Sólidos suspendidos totales.
- Coliformes Totales.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis nula**

Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces no se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

### **1.5.2. Hipótesis alternativa**

Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

## CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

### 2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN:

#### 2.1.1. De acuerdo a la orientación: Aplicada

La investigación científica pura tiene como finalidad ampliar y profundizar el conocimiento de la realidad. Busca el conocimiento por el conocimiento mismo, más allá de sus posibles aplicaciones prácticas. Su objetivo consiste en ampliar y profundizar en el saber de la realidad y en tanto este saber que se pretende construir es un saber científico, su propósito será el de obtener generalizaciones cada vez mayores (hipótesis, leyes, teorías). (Hernández R, et al.2006).

#### 2.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación: Explicativa

Los Estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos básicos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta. (Hernández R, et al.2006).

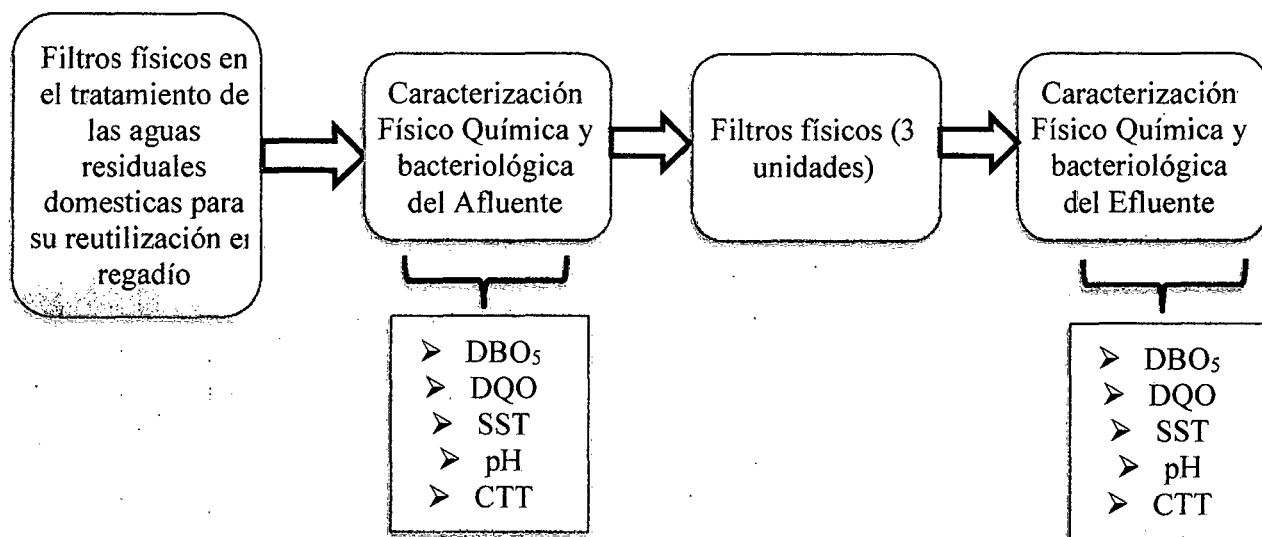
### 2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Se hizo uso del diseño experimental con pre y post prueba, cuyo esquema es el siguiente:

GE:	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
-----	----------------	---	----------------

El proceso empieza con la caracterización físico química y bacteriológica, realizada en la entrada al filtro, aplicándose luego el tratamiento para la depuración del agua residual utilizando un filtro físico en múltiples etapas (Grava-Arena- Arena Arcillosa); una vez que el agua residual pasó por este tratamiento se realizó la caracterización físico química y Bacteriológica del agua depurada en la salida del filtro físico. A continuación se ilustra este proceso con el siguiente esquema:





## 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:

### 2.3.1. Población:

La población estuvo representada por el volumen total de agua residual doméstica generada en la I.E.N°00813.

$$Q = 1,73 \text{ m}^3/\text{día}$$

### 2.3.2. Muestra:

Durante el periodo de operación de los filtros físicos se realizaron 6 muestras de agua residual; en la que cada muestra era de 500 ml; teniéndose un total de tres litros; los cuales conforman la muestra

## 2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa N°00813- Ochamé, Moyobamba (Ver Anexo N° 03: Ubicación del centro poblado); en donde buscando el alcance del objetivo de la investigación se utilizó Información primaria y secundaria.

### 2.4.1. Diseño, Construcción e Instalación de los Filtros Físico.

Para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales se procedió calcular el caudal de Aguas residuales producido en la I.E; Cuyo cálculo se realizó en base a los siguientes parámetros:

- ✓ N° total de Alumnos de la I.E (Página web Ministerio de Educación – SCALE)
- ✓ N° de Docentes de la I.E (Página web Ministerio de Educación –SCALE)
- ✓ Dotación (Lt/Hab/Día)
- ✓ Coeficiente de retorno de Aguas Residuales

### CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

#### DATOS BÁSICOS

Instit. Educat.	N° de alumnos	N° de docentes	Dotación
Inicial	20	1	15
Primaria	40	3	15
Secundaria	57	3	20
Total	117	7	

#### CÁLCULO DEL CAUDAL PROMEDIO (Qp) POR NIVEL

Caudal de retorno (L/s)	80%
-------------------------	-----

$Q_p \text{ inicial} =$	$(Pob \times Dot \times Cd)/86400$	$Q_p$	$=$	0.0029 l/s
$Q_p \text{ (primaria)} =$	$(Pob \times Dot \times Cd)/86400$	$Q_p$	$=$	0.0060 l/s
$Q_p \text{ (secundaria)} =$	$(Pob \times Dot \times Cd)/86400$	$Q_p$	$=$	0.0111 l/s
$Q_p \text{ total} =$		$Q_p$	$=$	0.0200 l/s

Luego de conocer el volumen de afluente producido por la institución educativa se procedió a calcular las dimensiones de los filtros.

#### Parámetros de diseño

Caudal del Agua que entra al filtro l/s	0.04
Caudal del Agua que entra al filtro m <sup>3</sup> /h	0.14
Numero de Unidades (Adimensional)	2.00
Velocidad de Filtración (m/h)	0.10

### **Cálculo del área superficial**

$$\text{Área superficial (As)} = Qd/NXVF$$

$$As = 0.72 \text{ m}^2$$

### **Cálculo de la velocidad de filtración**

$$\text{Carga superficial} = (Vf) = As/Qd$$

$$Vf = 0.2$$

### **Coefficiente de mínimo costo (K):**

$$K = (2*N)/(N+1)$$

$$K = 1.33$$

### **Longitud de cada unidad:**

$$L = (As/K)^{1/2}$$

$$L = 0.98 \text{ m}$$

### **Ancho de unidad:**

$$B = (As*K)^{1/2}$$

$$B = 0.73 \text{ m}$$

### **Cálculo de la altura de cada filtro**

Altura en capa de soporte 1	$h_{c2}$	0.15	m.
Altura de lecho filtrante	$H_G$	0.2	m.
Altura de borde libre	$H_{BL}$	0.2	m.
Altura de capa de agua sobrenadante	$H_{AGUA}$	0.2	m.
Altura del Falso Fondo	$H_{ff}$	0.1	m.
Altura del Filtro	$H_{filtro}$	0.85	m.

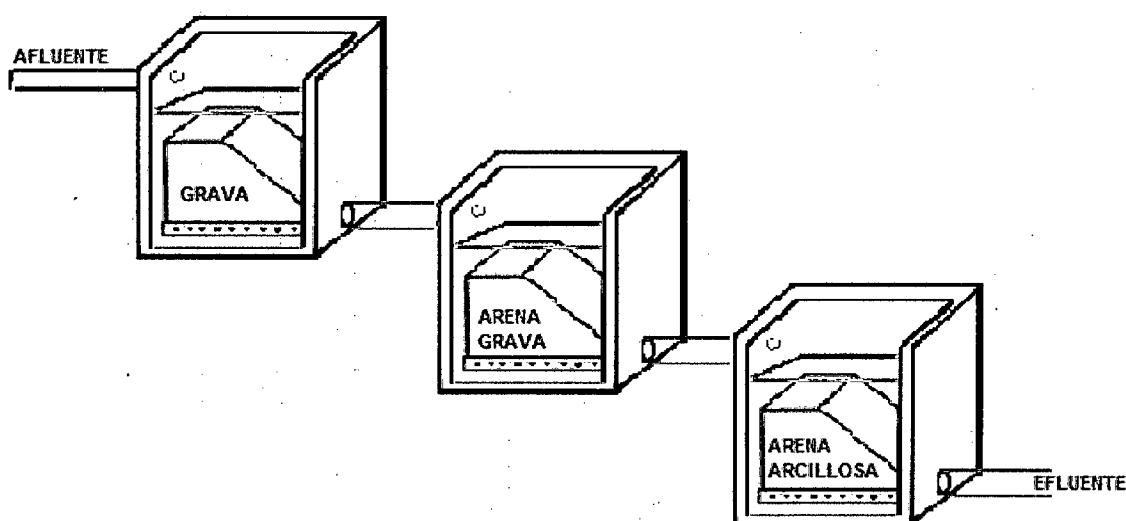
### **Diseño de los filtros en AutoCAD.**

Luego del dimensionamiento de los filtros, se procedió a diseñar cada unidad en el programa AutoCAD, (ver anexo N° 02)

Acto seguido se procedió con la compra, adquisición y traslado de todos los materiales hasta la I.E y finalmente se construyeron e instalaron los filtros físicos en la I.E N° 00813. (Ver Anexo N° 01: panel fotográfico)

En la Figura N° 01: Se muestra el esquema general de los filtros físicos Construidos e instalados en campo.

**Esquema N° 01: Esquema general de los filtros físicos**



#### **2.4.2. Ubicación de la Tubería principal y una poza de oxidación colectora del agua residual para el tratamiento con los filtros físicos**

Con el plano diseñado: Planta general y detalles del sistema de tratamiento (Filtros físicos) ver Anexo N° 02; en el campo se realizó el trazo, excavación de zanjas e instalación de 61.11 ml de tubería principal de PVC SAP de 4" de diámetro y 14 ml de Tubería PVC de 2" de diámetro., Así mismo se ubicó y construyó una poza de oxidación colectora de aguas residuales de dimensiones de 0.5 m x 0.5 m x 0.70 m, esta se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM 18M E 277943.291, N 9322781.552 y altitud de 943.5 m.s.n.m. Así mismos se construyó tres filtros con las siguientes dimensiones: 1.00 m x 1.00 m x 1.00 m respectivamente. La ubicación de cada unidad se indica a continuación:

- FILTRO N° 1: Coordenadas UTM 18M E 277943.00, N 9322736.00 y CT 943.00 m.s.n.m.
- FILTRO N° 2: Coordenadas UTM 18M E 277943.401, N 9322726.00 y CT 942.50 m.s.n.m.
- FILTRO N° 3: Coordenadas UTM 18M E 277943.350, N 9322721.115 y CT 942 m.s.n.m.

#### **2.4.3. Toma de Muestras y Caracterización de Aguas Residuales (Afluente y Efluente).**

Se tomaron muestras simples, en la entrada al sistema de filtración (afluente) y en la salida del sistema de filtración (efluente); La cantidad de muestras tomadas en todo el periodo de investigación fueron 6 muestras de 500 ml; para la medición de los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, pH, CTT. (Ver Anexo N° 01: Panel Fotográfico)

Para la recolección de las muestras se utilizó lo siguiente:

##### **Materiales**

- Fichas de registro de campo
- Papel secante
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Frascos debidamente etiquetados
- Cooler
- Hielo
- Reloj

##### **Equipos**

- GPS para la identificación inicial del punto de Muestreo
- Cámara fotográfica

##### **Indumentaria de protección**

- Guantes de látex descartables

- Mascarilla descartable
- Mandil de laboratorio

Luego de la recolección de las muestras tanto del efluente como afluente; estas se trasladaron hasta el Laboratorio Anaquímicos en la ciudad de Moyobamba, en donde se realizó el análisis de las muestras recolectadas para los cinco parámetros antes ya mencionados.

#### 2.4.4. Métodos de Análisis.

Los métodos utilizados para analizar el agua para cada parámetro establecido en la investigación se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 4: Métodos empleados para el análisis de los parámetros físico, químicos y Microbiológicos**

Nº	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO
1	DBO <sub>5</sub>	mg/l	Método por espectrofotométrico
2	DQO	mg/l	Método por espectrofotométrico
3	SST	mg/l	Método por espectrofotométrico
4	pH	Unidad pH	Método de potenciométrico
5	Coliformes Totales	UFC/100 ml	Filtración por membrana al Vacío

Fuente Elaboración Propia, 2015

#### 2.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

- Haciendo uso de la estadística descriptiva se procedió a determinación de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua residual: pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Coliformes Totales.
- Mediante la estadística descriptiva se procedió a la comparación de los resultados obtenidos de los análisis físico químico y bacteriológico con los estándares de calidad ambiental del agua para regadío

- Aplicando la formula se determinó la remoción de contaminantes del agua residual alcanzado por los Filtros Físicos
- Se realizó la caracterización del suelo del biohuerto y una muestra de suelo testigo, para determinar si existe diferencia significativa entre la cantidad de nutrientes. En este sentido, la hipótesis nula suponía que no existe diferencia significativa entre la cantidad de nutrientes del suelo del biohuerto y el suelo testigo, mientras que la hipótesis alterna supone que el suelo del biohuerto posee una mayor cantidad de nutrientes. Aplicando la siguiente fórmula se determinó el valor del estadístico de contraste:

$$t_c = \frac{(\overline{X_b} - \overline{X_t})}{\sqrt{\frac{(n_b - 1)s_b^2 + (n_t - 1)s_t^2}{n_b + n_t - 2} \left( \frac{1}{n_b} + \frac{1}{n_t} \right)}}$$

- Asimismo, se procedió a realizar la prueba de la hipótesis general de la investigación según lo mencionado por Wayne, Daniel (1988), y cuyos recolectados siguieron el siguiente tratamiento estadístico:

a. Hipótesis Estadística:

$$H_0 : \mu_d = 0$$

$$H_1 : \mu_d < 0$$

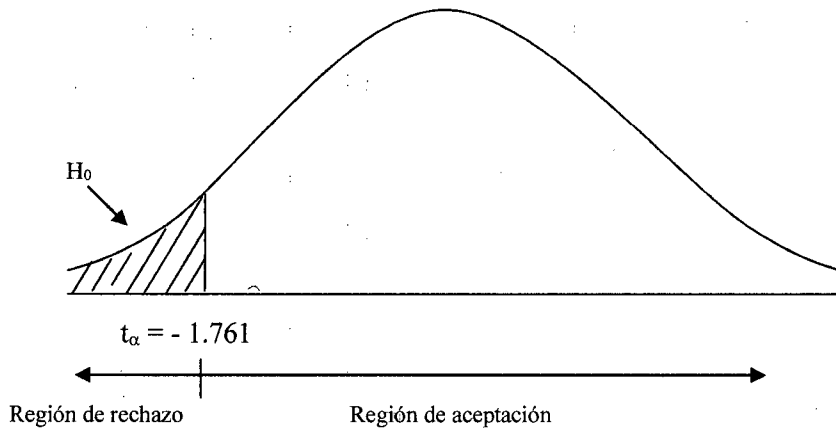
Donde:

H<sub>0</sub>: Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces no se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

H<sub>1</sub>: Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

- b. Se estableció un nivel de confianza del  $\beta = 95\%$ , es decir un error estadístico del  $5\%$  ( $\alpha$ )

- c. La hipótesis fue contrastada mediante la prueba t de student, unilateral con cola izquierda tal como se muestra en la figura.



Cuya fórmula es la siguiente:

$$t_c = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{d}$  : Es el promedio de las diferencias

$s_d$  : Es la desviación estándar de las diferencias

$n$  : tamaño de muestra

$t_c$  : Valor calculado, producto de una operación matemática a los datos obtenidos.

- d. La decisión estadística estuvo regida por los siguientes criterios:

- Si  $t_c > t_\alpha$  , entonces se debía aceptar  $H_0$  lo cual implica que mediante la aplicación de filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas no se obtiene agua reutilizable en regadíos.
- Si  $t_c < t_\alpha$  , entonces se debía aceptar  $H_0$  lo cual implica que mediante la aplicación de filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas se obtiene agua reutilizable en regadíos.



### CAPITULO III: RESULTADOS

#### 3.1. RESULTADOS:

##### 3.1.1. Determinación de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua residual: pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Coliformes Totales.

###### a. Resultados del primer análisis físico químico y bacteriológico del agua del afluente y efluente

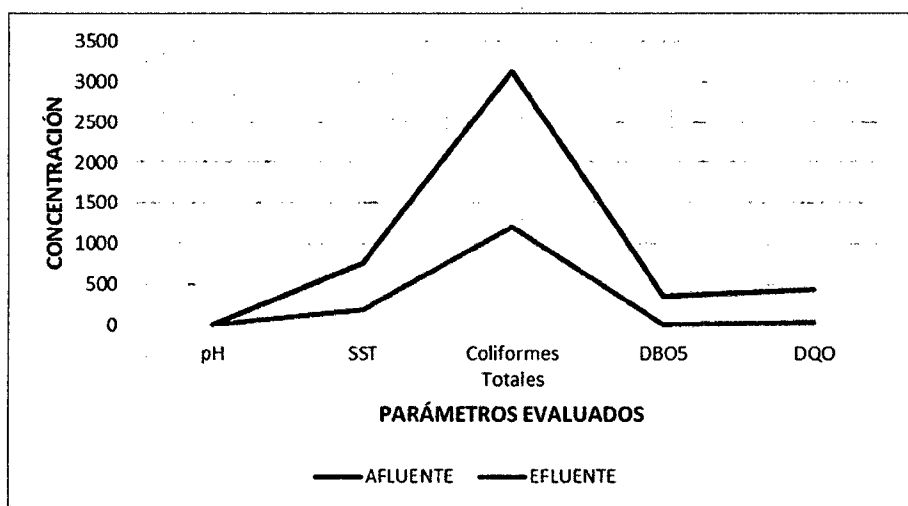
En este análisis se consideró los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, pH y Coliformes Totales; para lo cual se tomó una muestra de 500 ml en la entrada al sistema de filtración (Afluente) y una muestra de agua de 500 ml en la salida del Filtro (Efluente), las misma que fueron analizadas en el laboratorio y los resultados Obtenidos se presentan en el Cuadro N° 01.

CUADRO N° 01  
RESULTADOS DEL PRIMER ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y  
BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
1	pH	Potencial de Hidrógeno	6.58	7.1
2	SST	mg/l	765	193
3	Coliformes Totales	UFC/100ml	3125	1200
4	DBO <sub>5</sub>	mg/l	352	15
5	DQO	mg/l	437	38

Fuente: Informe de ensayo N° 075-2015/ANAQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba

**GRÁFICO N° 01**  
**REPRESENTACION DEL PRIMER ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y**  
**BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL**



Del cuadro N° 01 y gráfico N° 01, podemos observar que el pH del agua residual ingresa al sistema de filtración con 6.58 y en la salida se obtiene un pH de 7.10; los SST ingresan al sistema con 765 mg/l y en la salida se observa que esta concentración reduce a 193 mg/l, para los coliformes fecales en el afluente se observa 3125 UFC/100 ml y en el efluente se tiene un valor de 1200 UFC/M100ml, el DBO<sub>5</sub> la concentración en el afluente es de 352 mg/l obteniéndose ya en el efluente una concentración de 15 mg/l y para la DQO se tiene una concentración de 437 mg/l en la entrada al sistema de filtración y 38 mg/l en el punto de salida del sistema de filtración.

**b. Resultados del Segundo análisis físico químico y bacteriológico del agua realizado al afluente y efluente**

En el segundo análisis físico químico y Microbiológico realizado el 28 de abril del 2015; en donde el lecho biológico del sistema de filtración ya tenía un buen nivel de maduración debido al mayor tiempo de operación del sistema; Por esta razón los resultados obtenidos en el afluente son menores teniendo como base referencial a los datos del primer muestreo.

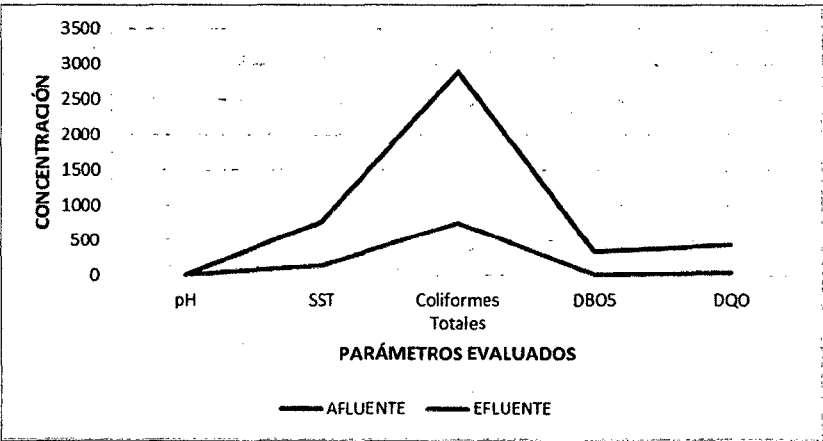
Los datos obtenidos en este segundo muestreo se indican en el cuadro N° 02.

**CUADRO N° 02**  
**RESULTADOS DEL SEGUNDO ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y**  
**BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
1	pH	Potencial de Hidrógeno	6.7	7.25
2	SST	mg/l	765	138
3	Coliformes Totales	UFC/100ml	2895	750
4	DBO5	mg/l	339	11
5	DQO	mg/l	436	33

Fuente: Informe de ensayo N° 077-2015/ANAQUIMICOS/CC Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba

**GRÁFICO N° 02**  
**REPRESENTACION DEL SEGUNDO ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y**  
**BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL**



Del cuadro N° 02 y gráfico N° 02, podemos observar que el pH del agua residual ingresa al sistema de filtración con 6.70 y en la salida se obtiene un pH de 7.25; los SST ingresan al sistema con 765 mg/l y en la salida esta concentración se reduce a 138 mg/l, para los coliformes fecales en el afluente se observa una concentración 2895 UFC/100 ml y en el efluente se tien un

valor de 750 UFC/M100ml, el DBO<sub>5</sub> la concentración en el afluente es de 339 mg/l obteniéndose ya en el efluente una concentración de 11 mg/l y para la DQO se tiene una concentración de 436 mg/l en la entrada al sistema de filtración y 33 mg/l en punto de salida del sistema de filtración.

**c. Resultados obtenidos del tercer análisis físico químico y bacteriológico del agua del afluente y efluente**

En el tercer análisis Físico Químico y Microbiológico se realizó el 19 de Junio del 2015; según los resultados de este análisis podemos observar que el sistema de filtración tiene ya un nivel de maduración muy bueno debido a que los resultados muestran una reducción en las concentraciones de los cinco parámetros analizados en comparación con los resultados obtenidos en el primer y segundo análisis.

Los resultados del tercer muestreo se presentan a continuación:

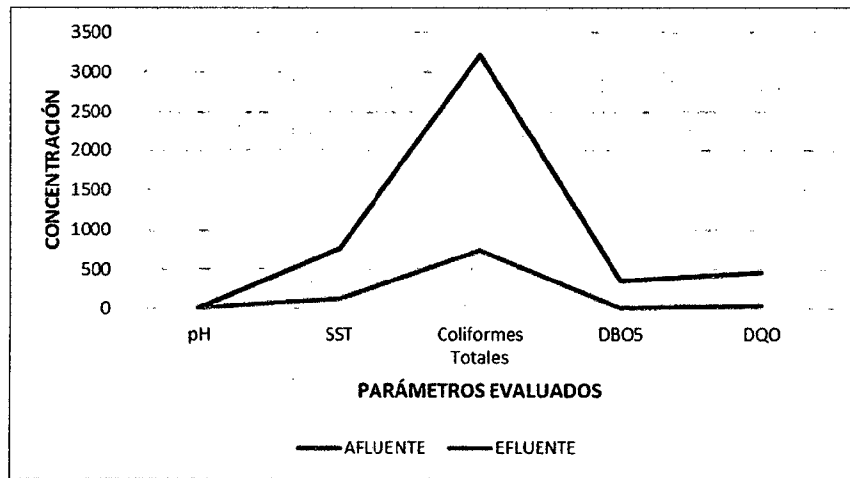
**CUADRO N° 03**

**RESULTADOS DEL TERCER ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
1	pH	Potencial de Hidrógeno	7.2	7.34
2	SST	mg/l	770	132
3	Coliformes Totales	UFC/100ml	3223	737
4	DBO <sub>5</sub>	mg/l	360	11
5	DQO	mg/l	454	32

Fuente: Informe de ensayo N° 079-2015/ANAQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba

**GRÁFICO N° 03**  
**REPRESENTACION DEL TERCER ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y**  
**BACTERIOLÓGICO DEL AGUA RESIDUAL**



Del cuadro N° 03 y gráfico N° 03, podemos observar que el pH del agua residual ingresa al sistema de filtración con 7.20 y en la salida se obtiene un pH de 7.34; los SST ingresan al sistema con 770 mg/l y en la salida se observa que esta concentración reduce a 132 mg/l, para los coliformes totales en el afluente se observa 3223 UFC/100 ml y en el efluente se tiene un valor de 737 UFC/M100ml, el DBO<sub>5</sub> la concentración en el afluente es de 360 mg/l obteniéndose ya en el efluente una concentración de 11 mg/l y para la DQO se tiene una concentración de 454 mg/l en la entrada al sistema de filtración y 32 mg/l en punto de salida del sistema de filtración.

**3.1.2. Comparación de los resultados obtenidos de los análisis físico químico y bacteriológico con los estándares de calidad ambiental del agua para regadío**

Para verificar la funcionalidad del sistema de filtros físicos usados como tratamiento del agua residual de la I.E N° 00813, fue necesario comparar los resultados obtenidos con el Estándar de Calidad Ambiental para regadío, el cual especifica los valores mínimos que debe cumplir el agua para ser reutilizada en regadíos. De esta manera, en el siguiente cuadro se muestran las comparaciones de los resultados obtenidos en cada análisis físico químico y bacteriológico con los ECA para regadío:

**CUADRO N° 04**  
**RESUMEN DE LA COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS**  
**ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DEL AGUA**  
**RESIDUAL CON LOS ECAS PARA REGADIO**

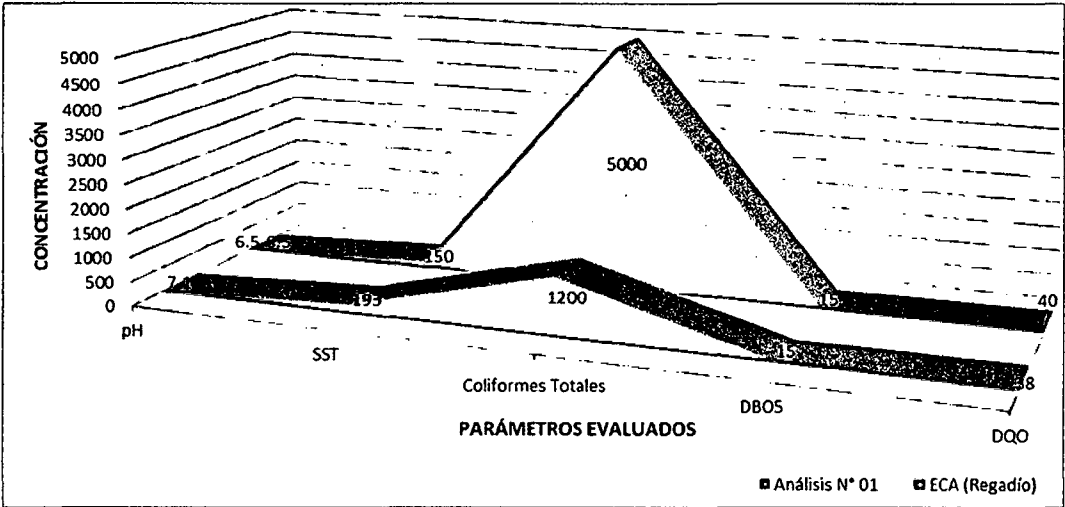
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PRIMER ANÁLISIS</b>	<b>SEGUNDO ANÁLISIS</b>	<b>TERCER ANÁLISIS</b>	<b>ECA (REGADÍO)</b>
<b>pH</b>	<b>Potenc. de Hidrógeno</b>	<b>7.1</b>	<b>7.25</b>	<b>7.34</b>	<b>6,5 -8,5</b>
<b>SST</b>	<b>mg/l</b>	<b>193</b>	<b>138</b>	<b>132</b>	<b>150</b>
<b>Coliformes Totales</b>	<b>UFC/100ml</b>	<b>1200</b>	<b>750</b>	<b>737</b>	<b>5000</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>mg/l</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>15</b>
<b>DQO</b>	<b>mg/l</b>	<b>38</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>40</b>

CUADRO N° 05  
COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
PRIMER ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PRIMER ANÁLISIS	ECA (REGADÍO)
01	pH	Potenc. de Hidrógeno	7.1	6,5 -8,5
02	SST	mg/l	193	150
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	1200	5000
04	DBO <sub>5</sub>	mg/l	15	15
05	DQO	mg/l	38	40

Fuente: Informe de ensayo N° 075-2015/ANAQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba y ECA para regadío.

GRAFICO N° 04  
REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
PRIMER ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO



En el cuadro N° 05 y gráfico N° 04 se puede observar que los resultados obtenidos en el primer análisis físico químico y bacteriológico en cuanto a los parámetros de pH, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO presentan concentraciones inferiores al límite establecido por los ECA, sin embargo para el parámetro de SST se observa una concentración mayor al valor establecidos en los ECA para regadío.

CUADRO N° 06

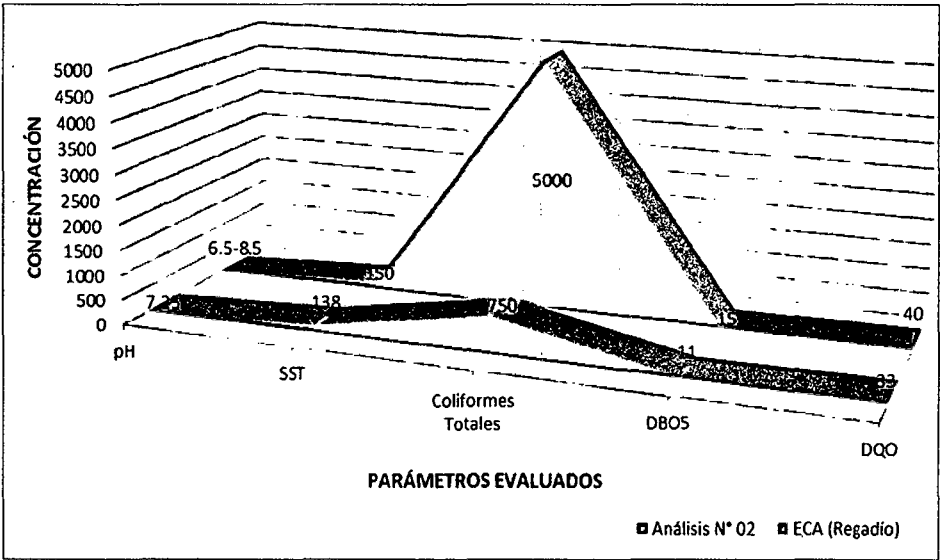
COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
SEGUNDO ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	SEGUNDO ANÁLISIS	ECA (REGADÍO)
01	pH	Potenc. de Hidrógeno	7.25	6,5 -8,5
02	SST	mg/l	138	150
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	750	5000
04	DBO <sub>5</sub>	mg/l	11	15
05	DQO	mg/l	33	40

Fuente: Informe de ensayo N° 077-2015/ANQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba y ECA para agua de regadío.

GRAFICO N° 05

REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL  
SEGUNDO ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO



En el cuadro N° 06 y gráfico N° 05, se puede observar que los resultados obtenidos en el segundo análisis físico químico y bacteriológico todos los parámetros evaluados (pH, Coliformes Totales. DBO<sub>5</sub> y DQO) presentan concentraciones inferiores al límite establecido por los ECA

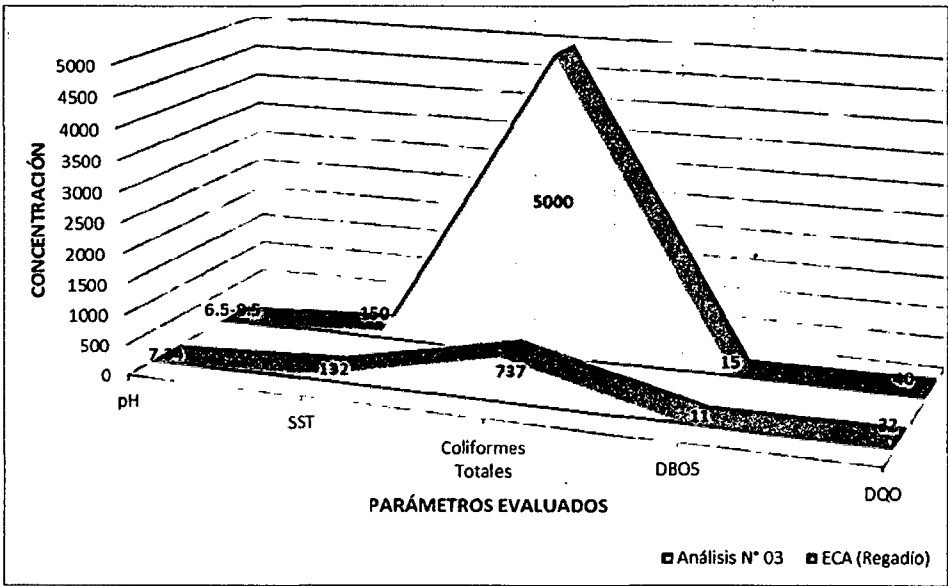


**CUADRO N° 07**  
**COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL**  
**TERCER ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	TERCER ANÁLISIS	ECA (REGADÍO)
01	pH	Potenc. de Hidrógeno	7.34	6,5 -8,5
02	SST	mg/l	132.00	150
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	737.00	5000
04	DBO <sub>5</sub>	mg/l	11.00	15
05	DQO	mg/l	32.00	40

Fuente: Informe de ensayo N° 079-2015/ANAQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba y ECA para regadío.

**GRAFICO N° 06**  
**REPRESENTACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL**  
**TERCER ANALISIS CON LOS ECAS PARA REGADÍO**



Finalmente en el cuadro N° 07 y grafico N° 06 se muestran los resultados obtenidos en el tercer análisis realizado al agua residual de la I.E N° 00813, tratada

con filtros físicos y comparados con los ECA para regadío en el cual podemos apreciar lo siguiente.

Las concentraciones del agua residual disminuyeron notoriamente, excepto el pH, pero que se mantiene dentro del rango establecido en los ECA, incluso en el afluente.

Para el caso de los SST los resultados del análisis N° 03, muestra una concentración de 132 mg/l, encontrándose por debajo del valor establecido por la norma.

En el caso de los Coliformes Totales los ECA para regadío nos muestra un valor de hasta 5000 unidades formadoras de colonias sobre 100 mililitros de solución, y del tratamiento aplicado al agua residual con filtros físicos se obtuvo en el tercer análisis, un valor para este parámetro de 737 UFC/100ml inferior al establecido.

Para la DBO<sub>5</sub> la concentración obtenida en el efluente, el análisis realizado reportó 11 mg/l, resultando este valor inferior al establecido en los Estándares de Calidad Ambiental del agua para Regadío (ECA)

Finalmente para el quinto parámetro analizado del mismo modo que los demás parámetros analizados se obtuvo un valor (32 mg/l) por debajo del límite establecido en los ECA para regadío.

En conclusión, los cinco parámetros analizados que son el pH, SST, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO presentan concentraciones por debajo de los valores establecidos en los ECA para regadío

Los parámetros de SST, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO han sido removidos eficientemente demostrando con ello que los efectos que producen los filtros físicos como tratamiento de las aguas residuales son positivos de tal manera que se logró obtener agua apta para ser reutilizada en regadío cuyas concentraciones se encuentran por debajo de los valores establecidos por los ECA para regadío.

### **3.1.3. Remoción de contaminantes del agua residual alcanzado por los Filtros Físicos**

Para determinar el porcentaje de remoción de contaminantes alcanzado mediante el tratamiento del agua residual con filtros físicos, se realizó en función de la

concentración de contaminantes en el agua residual que entra y sale del sistema con carga de contaminante menor. Las características del agua en la presente investigación esta dada por la DBO<sub>5</sub>, DQO y SST, pH y Coliformes Totales, los mismos que se analizan a continuación mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de remoción} = \frac{\text{Concentración del parámetro (Afluente)} - \text{Concentración del parámetro (Efluente)}}{\text{Concentración del parámetro (Afluente)}} * 100$$

En el siguiente cuadro se muestran los porcentajes de remoción para los cinco parámetros evaluados durante el periodo de investigación.

CUADRO N° 08  
 REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DEL AGUA RESIDUAL  
 ALCANZADA POR LOS FILTROS FÍSICOS

Parámetro	Unidad	REMOCIÓN DE CONTAMINANTES (%)		
		1° Análisis	2° Análisis	3° Análisis
pH	Unidad pH	-7.90	-8.2	-1.94
SST	mg/l	74.77	82.0	82.86
Coliformes Totales	UFC/100ml	61.60	74.1	77.13
DBO <sub>5</sub>	mg/l	95.74	96.8	96.94
DQO	mg/l	91.30	92.4	92.95

Como se puede apreciar en el cuadro N° 08, el porcentaje de remoción de contaminantes ha ido aumentando con relación al tiempo del análisis, esto se da para los SST, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO. Asimismo se observa que el pH se incrementa, esto se debe básicamente al incremento de la DBO<sub>5</sub> y DQO.

**3.1.4. Caracterización del suelo del Biohuerto y Muestra Testigo**

Para determinar el aporte de nutrientes, se realizó la caracterización del suelo del Biohuerto, para lo cual se tomó una muestra de suelo del Biohuerto y una muestra

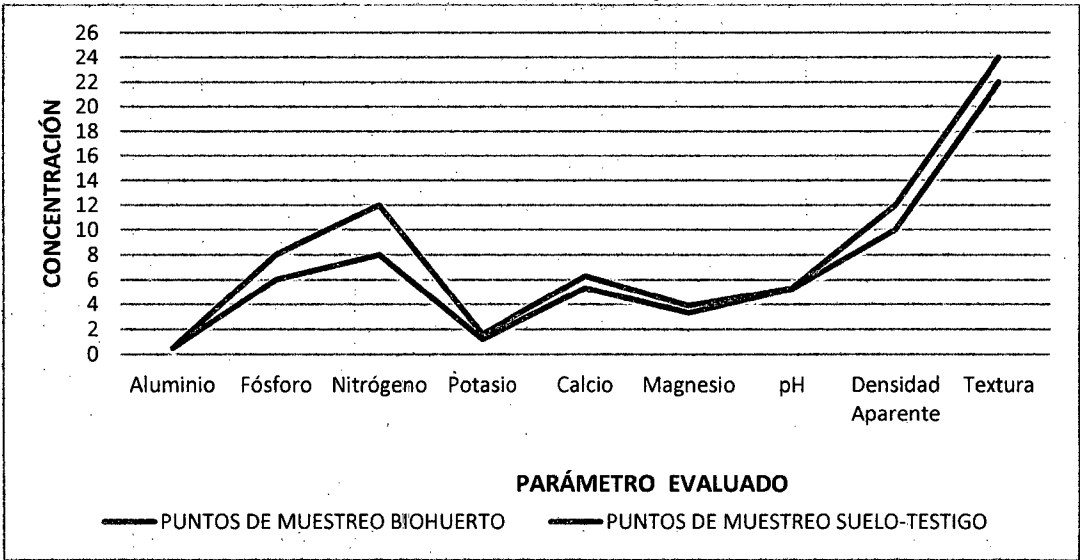
de suelo testigo, con el objetivo de poder contrastar los resultados y determinar si el agua tratada y utilizada en el regadío aporta nutrientes al suelo favoreciendo el crecimiento de los vegetales cultivados, a continuación se muestran los resultados obtenidos según el análisis del laboratorio

CUADRO N° 09  
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO (BIOHUERTO Y MUESTRA TESTIGO)

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			BIOHUERTO	SUELO-TESTIGO
01	Aluminio	mg/Kg	0.52	0.48
02	Fósforo	mg/Kg	8.0	6.0
03	Nitrógeno	%	12.0	8.0
04	Potasio	Cmol/Kg	1.6	1.20
05	Calcio	Cmol/Kg	6.30	5.30
06	Magnesio	Cmol/Kg	3.87	3.32
07	pH	Potencial de Hidrógeno	5.30	5.25
08	Densidad Aparente	g/mL	12.0	10.0
09	Textura	%	24.0	22.0

Fuente: Informes de ensayo N° 134, 138-2015/ANQUIMICOS/CC. Laboratorio de análisis de agua-Moyobamba

GRÁFICO N° 07  
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO (BIOHUERTO Y MUESTRA TESTIGO)



De los resultados obtenidos en la caracterización del suelo tomado del biohuerto y de la muestra testigo, se puede evidenciar que el agua tratada con filtros físicos y reutilizada en regadío (vegetales de tallo alto) aporta nutrientes, de tal manera que se observa una variación positiva en la concentración de los parámetros evaluados. Sin embargo no se puede afirmar que existe diferencia significativa entre las muestras de suelos tomadas del biohuerto y de la muestra testigo, dado que al realizar la prueba t de student con 95% de confianza, arrojó un valor calculado de 0.39 frente a un valor tabulado de 1.75, ubicandose en la region de aceptacion; es decir se acepto  $H_0$  lo cual significa que no existe diferencia significativa entre los suelos del biohuerto y el testigo, respecto al aporte de nutrientes. El procedimiento que permitió tal afirmación se detalla a continuación:

**Planteamiento de la hipótesis de trabajo:**

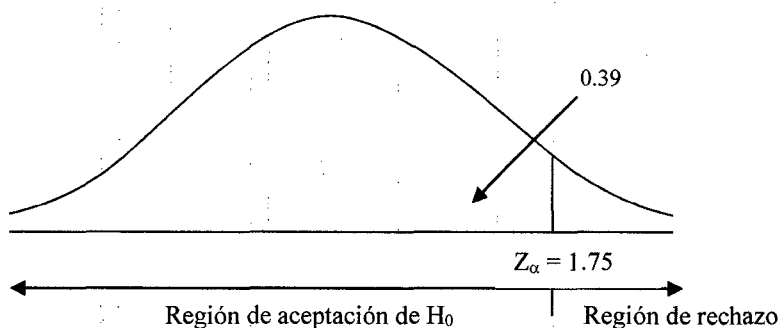
$H_0$ : No existe diferencia significativa entre la cantidad de nutrientes del suelo del biohuerto y el suelo testigo

$H_1$ : La cantidad de nutrientes en el suelo del biohuerto es mayor que en el suelo testigo

**Nivel de confianza:** 95%

**Estadístico de contraste:**

$$t_c = \frac{(8.18 - 6.84)}{\sqrt{\frac{(8)7.18^2 + (8)6.44^2}{16} \left( \frac{1}{9_1} + \frac{1}{9} \right)}} = 0.39$$



**Decisión:** Aceptar la hipótesis nula  $H_0$

**Conclusión:** No existe diferencia significativa entre la cantidad de nutrientes del suelo del biohuerto y el suelo testigo

**3.1.5. Prueba de hipótesis para determinar la influencia de los filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas:**

**CUADRO N° 10**  
**INFLUENCIA DE LOS FILTROS FISICOS EN EL**  
**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

Parámetro	Después	Antes	Diferencia
pH	2.76	2.66	0.10
	2.78	2.68	0.10
	2.80	2.79	0.01
SST	13.91	27.67	-13.76
	11.77	27.67	-15.90
	11.51	27.75	-16.24
COLIFORMES TOTALES	34.65	55.90	-21.25
	27.40	53.81	-26.41
	27.16	56.79	-29.63
DBO <sub>5</sub>	3.94	18.77	-14.83
	3.40	18.42	-15.02
	3.40	18.98	-15.58
DQO	6.20	20.92	-14.72
	5.79	20.89	-15.1
	5.70	21.32	-15.62
Promedio			-14.26
Desviación estándar			8.71

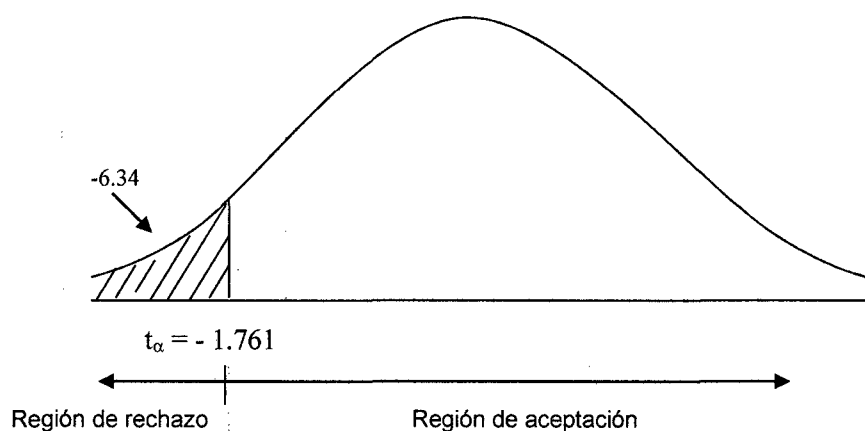
**Hipótesis:**

H<sub>0</sub>: Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces no se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

H<sub>1</sub>: Si utilizamos filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, entonces se obtendrá agua reutilizable en regadíos.

**Estadístico de contraste:**

$$t_c = \frac{-14.26}{8.71/\sqrt{15}} = -6.34$$



**Decisión:** Rechazar  $H_0$

**Conclusión:** Según los resultados mostrados en el cuadro N° 10, con la transformación a la raíz cuadrada, se evidencia que el valor calculado ( $-6.34$ ) es mayor que el valor tabulado ( $-1.761$ ), ubicándose en la región de rechazo, lo cual significa que se rechaza la hipótesis nula; es decir, la utilización de filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas, ha permitido la obtención de agua reutilizable en regadíos.

### 3.2. DISCUSIÓN:

Respecto a la determinación de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua residual: pH, DBO<sub>5</sub>, DQO, SST y Coliformes Totales, para el primer análisis físico químico y bacteriológico del agua del afluente y efluente se tomó una muestra de 500 ml en la entrada al sistema de filtración (Afluente) y una muestra de agua de 500 ml en la salida del Filtro (Efluente), las mismas que fueron analizadas en el laboratorio observándose que a excepción del pH, en los demás parámetros considerados en la investigación se produce una significativa disminución en la concentración. Esta situación también se repite en el segundo y tercer análisis, lo cual llevo a suponer que con esta disminución el agua residual podría estar apta para ser reutilizada en el regadío, lo cual fue comprobado al realizar la prueba de hipótesis consignada en el cuadro N° 10

Con relación a la remoción de la concentración de materia orgánica (DBO<sub>5</sub>, DQO y SST), los filtros físicos resultaron ser bastante eficientes alcanzando un porcentaje de remoción mayor de 80 % como se observa en el tercer análisis, esto se debe a que el grado de maduración de los filtros es mayor, aumentando con ello su efectividad.

Del mismo modo sucede con los coliformes totales en el tercer mes se alcanzó una remoción de 77.13%, teniendo un valor de 737 UFC/100ml, muy por debajo del límite establecido por la normatividad (ECA para regadío)

En el Caso de SST, DBO<sub>5</sub>, DQO y Coliformes Totales, los Valores se mantuvieron por debajo del límite establecido en los ECA para regadío, coincidiendo con Gonzales, G. (2012), quien menciona que el pH adecuado para el desarrollo de la mayoría de los organismos está entre 6.5 y 8.5. (González, G. 2012). Así mismo es preciso mencionar que los resultados obtenidos en la investigación, los valores del afluente son menores a los del efluente, presentaron variaciones significativas durante el periodo de investigación.

En cuanto al pH los valores son similares a los del afluente, sin embargo este se encuentra dentro del rango de pH neutro establecido en los ECA para regadío

López, José (2012) en su investigación de un filtro intermitente de arena como unidad de tratamiento de aguas residuales obtuvieron para la DQO un 84.32% de remoción, para a



DBO<sub>5</sub> la remoción fue de 82.62%; sin embargo en la presente investigación teniendo los filtros como lechos filtrantes: Grava, Arena y Arcilla; se alcanzaron para la DQO un porcentaje de remoción de 92.95%, y para la DBO<sub>5</sub> se obtuvo una remoción de 96.94%, valores superiores a los obtenidos con el filtro intermitente de arena.

Por otro lado Siguí, Norman (2013), en su investigación sobre un filtro intermitente de grava, como unidad de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas; la eficiencia máxima de remoción de la DBO<sub>5</sub> fue de 76 %. La máxima eficiencia de remoción de DQO se obtuvo en la octava muestra, siendo 79%, del mismo modo con los filtros físicos se obtuvo porcentaje de remoción con lo cual se puede afirmar que al utilizar en la unidades lechos filtrantes (Grava, Arena y arcilla), en el tratamiento de las aguas residuales domésticas se alcanza mejores resultados.

En lo que se refiere al análisis de SST, Siguí, Norman (2013) en su investigación ya mencionada en el párrafo anterior, observó que efectivamente hay una reducción de los SST pero en promedio fue baja, 45,0 %, a lo que el agrega que el filtro no es realmente eficiente para reducción de SST, y que probablemente se deba añadir un sedimentador a su salida para clarificar el agua, y así obtener mejores resultados en la medida de este parámetro; Sin embargo con los filtros que tuvieron como lecho filtrante Grava Arena y Arcilla se obtuvo 82,86% de remoción, resultando eficiente este tipo de filtros en la remoción de SST.

Siguí, Norman (2013), en su investigación también evaluó el pH el cual subió significativamente en los primeros 4 análisis. Afirma que esto se debe probablemente a la falta de una limpieza a la grava utilizada ya que posteriormente se redujo conforme la grava se lavó a causa del caudal entrante. Esta situación difiere de los resultados obtenidos ya que los resultados de los tres análisis realizados reportan para el pH un incremento no significativo ya que se encuentran dentro del rango permisible.

De las caracterizaciones físico química realizada al suelo del Biohuerto y de la muestra testigo, se pudo evidenciar que el agua tratada con filtros físicos y reutilizada en regadío

(vegetales de tallo alto) aporta la mayor cantidad de nutrientes, de tal manera que se observa una variación positiva en la concentración de los parámetros evaluados. Sin embargo no se puede afirmar que existe diferencia significativa entre las muestras de suelos tomadas del biohuerto y de la muestra testigo, tal como quedo demostrado al realizar la prueba de esta hipótesis. Asimismo, debido a que en el país no reportan datos de investigaciones sobre Filtros Físicos como unidades de tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, no es posible contrastar los resultados y realizar la discusión a dichas investigaciones.

### 3.3. CONCLUSIONES:

Concluido el proceso investigativo se llegó a las siguientes conclusiones:

- a. En la determinación de los parámetros de SST, pH, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO, mediante tres análisis físico químicos y microbiológicos realizados durante el periodo de investigación tanto en el afluente como en el efluente se encontró en el primer análisis para el pH una concentración de 7.1, para los SST se encontró 193 mg/L, para los Coliformes Totales 1200 UFC/100 ml, para la DBO<sub>5</sub> 15 mg/L y para la DQO se obtuvo un resultado de 38 mg/L ; en el Segundo análisis los resultados fueron 7.25 de pH, 138 mg/L para los SST, 750 UFC/100 ml para los Coliformes Totales, 11 mg/L para la DBO<sub>5</sub> y para la DQO se obtuvo un resultado de 33 mg/L; Finalmente en el tercer análisis realizado se obtuvo para el pH una concentración de 7.34, para los SST se encontró 132 mg/L, para los Coliformes Totales se obtuvo 737 UFC/100 ml, para la DBO<sub>5</sub> de 11 mg/L y para la DQO se obtuvo un resultado de 32 mg/L
- b. En la Comparación de los valores de los análisis Físico químico y bacteriológico: pH, SST, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO, se encuentran por debajo de los valores establecidos en los ECA para regadío, dejando en claro de esta manera que el agua (Efluente) es apta para ser reutilizada en regadíos; lo cual quedó demostrado al realizar la respectiva prueba de hipótesis.
- c. Respecto a la remoción de contaminantes, el porcentaje fue aumentando con relación al tiempo del análisis, esto se dio para los SST, Coliformes Totales, DBO<sub>5</sub> y DQO. En cuanto al pH este se incrementa debido básicamente a la reducción de la DBO<sub>5</sub> y DQO.
- d. En cuanto a la caracterización del suelo del biohuerto para determinar el aporte de nutrientes provenientes del agua residual, se demostró que aun sin ser significativamente mejor, el agua tratada con filtros físicos y reutilizada en regadío (vegetales de tallo alto) aporta la mayor cantidad de nutrientes cuando se compara con un suelo testigo.

### **3.4. RECOMENDACIONES:**

- a. Para la construcción de filtros físicos se recomienda tener en cuenta el nivel de napa freática, ya que cuando esta es alta dificulta el proceso constructivo, así mismo es determinante en el tipo de disposición final que se le va a dar agua residual tratada, así mismo con cualquier alteración del sistema este puede estar contaminando el agua subterránea
- b. Implementar este tipo de sistemas en zonas rurales donde no cuentan con infraestructura adecuada para la disposición y tratamiento de excretas y agua residuales, siendo este tipo de tecnologías de bajo costo y de fácil implementación.
- c. Continuar investigando los efectos de los filtros físicos en el tratamiento de aguas residuales domésticas con otros parámetros físico químicos y microbiológicos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre K. (2009).** *Valoración de unidades de Filtración lenta en arena como alternativa para la remoción de contaminación bacteriológica en Aguas Residuales de Efluentes Secundarios Anaerobios. (Tesis de Maestría)* Universidad tecnológica de Pereira. Colombia.
- Arana V. (2009).** *Guía para la toma de decisiones en la selección de sistemas de tratamiento de aguas residuales no convencionales.*(1<sup>ra</sup> ed.).(p. 27.). Perú: (s.n.).
- Barrientos H et al. (2009).** *Purificación de agua por medio de filtros lentos de arena en la comunidad de kuychiro* (Trabajo de investigación). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco.
- Comisión europea. (2002).***Procesos extensivos de depuración de las aguas residuales adaptadas a las pequeñas y medias colectividades.*(1<sup>ra</sup> ed.).(p.12-39). Francia: FAUBOURG.
- Córdova M. (2009).***Estadística Inferencial*, (2<sup>da</sup> Edición). (p. 105-111). Lima: MOSHERA S.R.L.
- Crites y Tchobanoglous. 2000.** *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones.* (5<sup>ta</sup>edición). (p 22). Colombia: McGraw-hillinteramericana. S.A.
- Fernández A. (2011).** *Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la Agricultura.* (Informe del País-Autoridad Nacional del Agua).
- Fioravanti M y Vega N. (2003).** *Eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) En la estabilización de lodos sépticos para su reúso agrícola.* (Trabajo de licenciatura).Universidad EARTH.Costa Rica.

- Fondo Nacional del Ambiente, 2010.** *Oportunidades de Mejoras Ambientales por el Tratamiento de Aguas Residuales en el Perú*, (1ª edición). (p. 33). Perú.
- Glynn H. y Heinke G. (1999).** *Ingeniería Ambiental*, (2ª Edición). (P. 395-429). México: PRENTICE HALL Hispanoamericana, S.A.
- Gonzales G. (2012).** *Microbiología del Agua Conceptos y Aplicaciones*, (1ª Edición). (P. 301, 305 49). Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Hernández S, et al. (2009).** *Metodología de la Investigación*, (4ª edición). (p160). Mexico: McGRAW-HIL.
- Huertas R, et al. (2012).** *Guía Práctica Para la Depuración de Aguas Residuales*. (1ª ed.). (p 9). España: Confederación Hidrográfica del Duero.
- Kestler P. (2004).** *Uso, Reusó y Reciclaje del Agua Residual en una Vivienda*. (Trabajo de licenciatura). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- López J. (2012).** *Diseño, Construcción y Evaluación de un Filtro Intermitente de Arena Pómez*". (Tesis de Maestría). Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Martin I, et al. (2006).** *Guía Sobre Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas para Pequeños Núcleos de Población*. (1ª ed.). (p 22-29). España: Daute diseño, S. L.
- Metcalf & Eddy. (1995).** *Ingeniería de Aguas residuales*. (3ª ed.). (p 761, 762, 298). España: McGRAW-HIL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.
- Ministerio del Ambiente. (2008).** *Decreto que aprueba Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua*, Decreto Supremo N° 002-2008/MINAM. (p. 3) Lima.

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2010).** *Guía Técnica de Diseño y Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento con Tecnologías Alternativas.* (1<sup>ra</sup> ed.). (p 19-20). Perú.
- Ramírez A. (2010).** *Implementación del material denominado: Ripio clasificado de concreto como material filtrante en filtros percoladores en la planta piloto.* (Trabajo de licenciatura).Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Rodríguez A, et al. (2006).** *Tratamientos Avanzados de Aguas Residuales.*(1<sup>ra</sup> ed.).(p 20). España.
- Romero J. (1999).** *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño.* (1<sup>ra</sup> ed.). (p. 31-71,662, 946).Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Romero J. (2002).** *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño.* (2<sup>da</sup> ed.). (p. 17, 36,38, 54, 66).Colombia: Escuela colombiana de ingeniería.
- Saravia P. (2010).** *Estudio experimental del proceso de filtros percoladores operando por gravedad.* (p. 27). Guatemala. (s.n.).
- Sigüí N. (2013).** *Diseño y construcción de un filtro intermitente de grava sin recirculación y comparación con eficiencias teóricas de filtros con recirculación para el tratamiento de agua residual doméstica. (Estudio Especial Tesis).* Universidad de El Salvador. El salvador. Universidad de El Salvador. El salvador.
- Valle C y Reyes O. (2012).** *Propuesta de elaboración de un filtro para el tratamiento de boro en aguas residuales provenientes de la geo Ahuachapán.* (Trabajo de licenciatura). Universidad de El Salvador. El salvador.
- Yabroudi, et al. (2002),** *Pulimento de los efluentes de las lagunas de estabilización de la Universidad de Zulia a través de un filtro rocoso.*(Trabajo de investigación).Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

## ANEXOS

### Anexo N° 01: Panel fotográfico

Fotografía N° 01: I.E N° 00813-Ochamé



Fotografía N° 02: Servicios Higiénicos I.E N° 00813-Ochamé.



Fotografía N° 03: Reconocimiento del terreno, trazado de la tubería y ubicación de los filtros

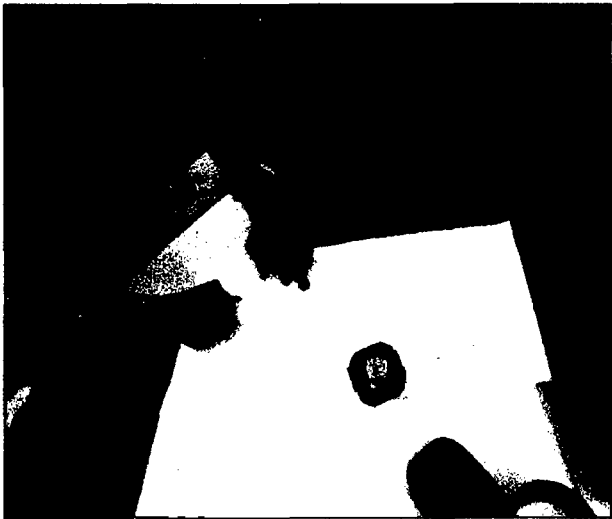




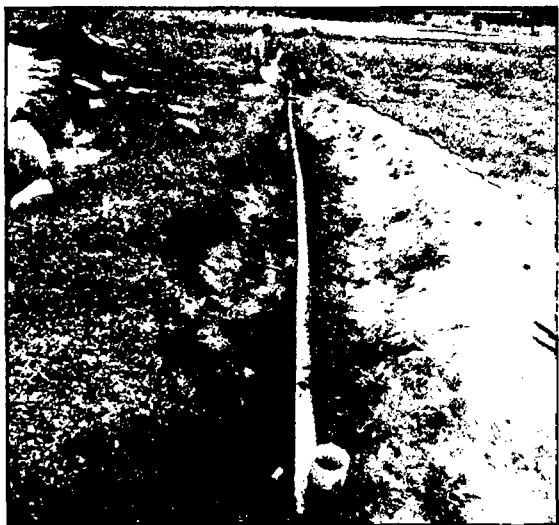
**Fotografía N° 04:** Verificación del diseño de los filtros en Campo previo a la construcción



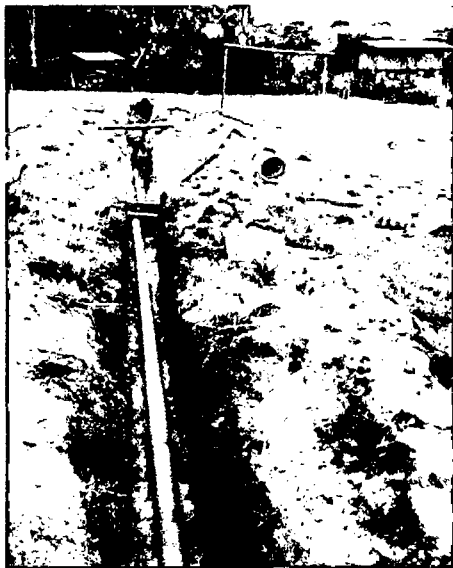
**Fotografía N° 05:** Verificación del diseño de los filtros en Campo previo a la construcción



**Fotografía N° 06:** Instalación de Tuberías para conducir el agua residual desde los servicios higiénicos hasta los filtros físicos



**Fotografía N° 07:** Instalando Las Tuberías



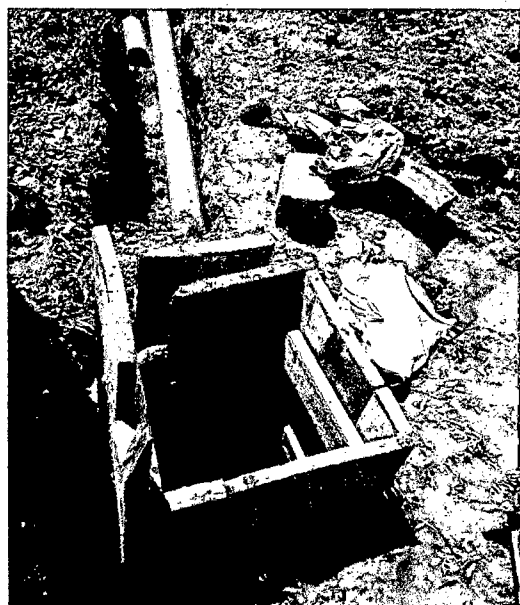
**Fotografía N° 08:** Instalación de Tuberías y  
conexión entre filtrosos



**Fotografía N° 09:** Construcción de los filtros  
físicos (encofrado)



**Fotografía N° 10:** Ubicación de las Tuberías  
previo al llenado con concreto



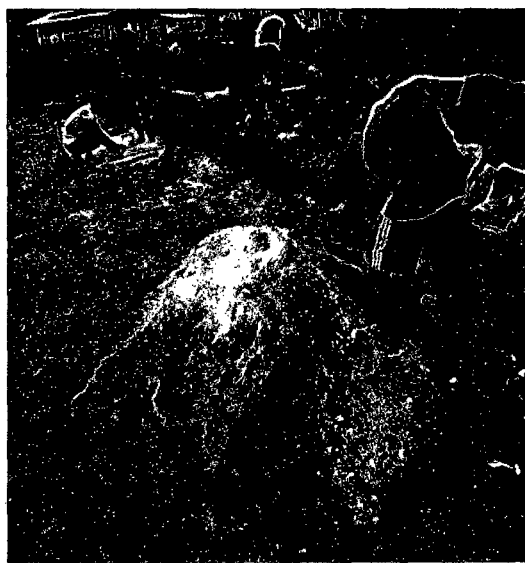
**Fotografía N° 11:** Encofrado para los muros  
de los filtros



**Fotografía N° 12: Preparado del concreto,  
para construir los filtros**



**Fotografía N° 13: Preparado de la mezcla del  
concreto para construir los Filtros**



**Fotografía N° 14: Construcción de los  
filtros físicos**



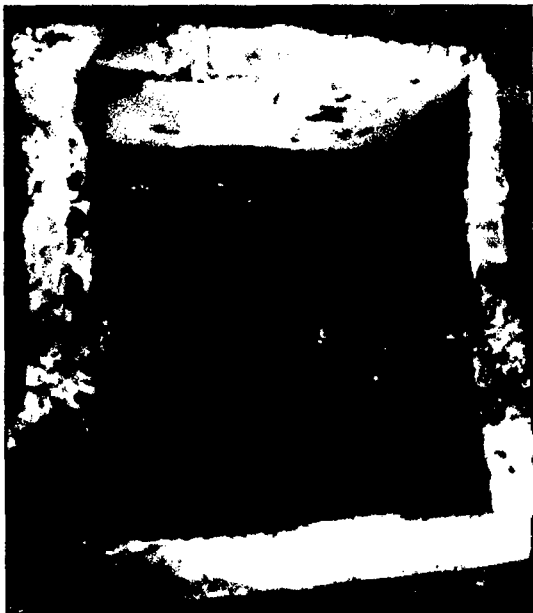
**Fotografía N° 15: Construcción de los  
filtros físicos**



**Fotografía N° 16:** Agregando el material filtrante (Grava)



**Fotografía N° 17:** Agregando el material filtrante (Arena)



**Fotografía N° 18:** Filtro Operando



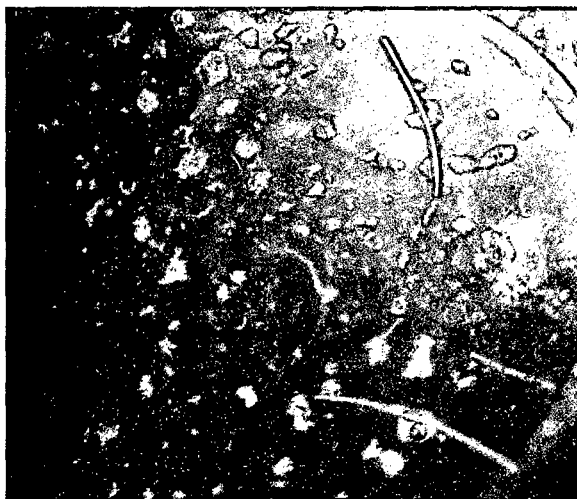
**Fotografía N° 19:** Presencia de insectos en Poza de Oxidación



**Fotografía N° 20:** Recolección de Agua Residual En la Poza de Oxidación



**Fotografía N° 21:** Presencia de espuma producido en el afluente



**Fotografía N° 22:** Toma de Muestras en la entrada del filtro



**Fotografía N° 23:** Tomando las muestras de Agua para los análisis respectivos



**Fotografía N° 24:** Tomando las muestras de Agua para los análisis respectivos



**Fotografía N° 25:** Tomando las muestras de Agua para la caracterización del Agua Residual



**Fotografía N° 26:** Muestra de agua tomada del efluente



**Fotografía N° 27:** Conservando las muestras según los procedimientos establecidos



**Fotografía N° 28:** Conservando las muestras según los procedimientos establecidos



**Fotografía N° 29:** Materiales e indumentaria de Muestreo



**Fotografía N° 30:** Sembrado de las plantas en el Biohuerto



**Fotografía N° 31:** Siembra de Plantas en el Biohuerto



**Fotografía N° 32:** Biohuerto I.E N° 00813



**Fotografía N° 33:** Recolección de Muestras de suelo del Biohuerto



**Fotografía N° 34:** Recolección de Muestras de suelo del Biohuerto

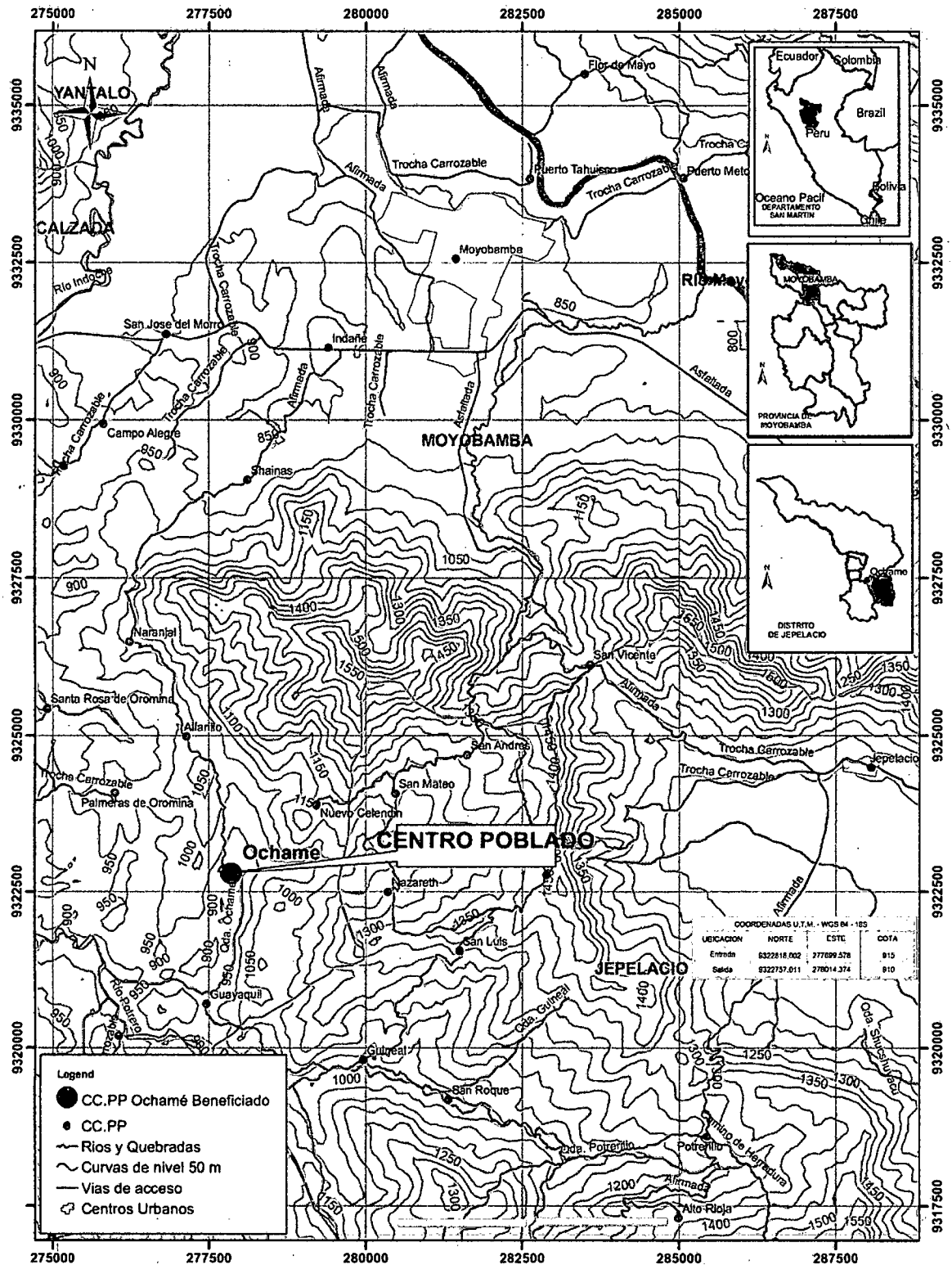


**Fotografía N° 35:** Recolección de Muestras de suelo Testigo





### Anexo N° 03: Ubicación del CC.PP Ochamé



**Anexo N° 04: Requisitos para la toma de muestras**  
**Fuente: Resolución Ministerial N°273-2013-VIVIENDA**

<b>Determinación/Parámetro</b>	<b>Recipiente</b>	<b>Volumen mínimo de muestra (1)</b>	<b>Preservación y concentración</b>	<b>Tiempo máximo de duración</b>
<b>Fisicoquímico</b>				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO <sub>5</sub> (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Acetres y grasas	V, ámbur boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
<b>Microbiológico</b>				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

(1) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.

(2) En el caso de lagunas de estabilización, la medición del efluente debe realizarse entre las 10:00 y las 11:00 horas para evitar la interferencia del desequilibrio del sistema carbonatado por alta actividad fotosintética que se da en las horas de mayor radiación solar.

(3) En caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras de los efluentes (filtro no mayor a 1 micra de porosidad, lo cual debe ser reportado con los resultados del ensayo) para eliminar la interferencia de algas, determinando de este modo la DBO y DQO, soluble o filtrada. No se debe filtrar las muestras si los efluentes son vertidos en cuerpos de agua lenticos (lagunas, lagos, bahías, etc.).

Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;  
V = frasco de vidrio

**Anexo N° 05: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.**  
**Fuente: Normas Legales, diario “El Peruano”, Julio 2008.**

**ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA**

**CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES**

<b>PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>Fisicoquímicos</b>		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	10
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1

Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

<b>PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropoxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

<b>PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.</b>			
<b>PARÁMETROS</b>		<b>Vegetales Tallo Bajo</b>	<b>Vegetales Tallo Alto</b>
	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

## **Anexo N° 06: Análisis Físico Químico y bacteriológico del Afluente y Efluente**



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

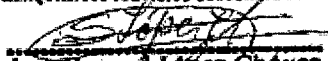
**INFORME DE ENSAYO N° 075-2015/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE** : LUZ EDITH PEÑA PÉREZ  
**PUNTO DE MUESTREO** : 02 Puntos  
**MUESTRA** : Agua Residual  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA** : 09-03-2015  
**HORA TOMA DE MUESTRA** : 09:45 a.m-10:03 am  
**MUESTREADO** : Por el Solicitante  
**FECHA DE EMISIÓN** : 15-03-2015

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
01	pH	Potencial de Hidrógeno	6.58	7.1
02	SST	ppm	765	193
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	3125	1200
04	DBO5	ppm	352	15
05	DQO	ppm	437	38

**ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.**

  
**Ing. Samuel López Chávez**  
CIR. N° 140674  
**TITULAR GERENTE**

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ENSAYO N° 077-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : LUZ EDITH PEÑA PÉREZ  
PUNTO DE MUESTREO : 02 Puntos  
MUESTRA : Agua Residual  
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30-04-2015  
HORA TOMA DE MUESTRA : 09:28 a.m-9:34 a.m  
MUESTREO : Por el Solicitante  
FECHA DE EMISIÓN : 04-05-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
01	pH	Potencial de Hidrógeno	6.7	7.25
02	SST	ppm	765	138
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	2895	750
04	DBO5	ppm	339	11
05	DQO	ppm	436	33

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.A.S.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

INFORME DE ENSAYO N° 079-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : LUZ EDITH PEÑA PÉREZ  
PUNTO DE MUESTREO : 02 Puntos  
MUESTRA : Agua Residual  
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 25-06-2015  
HORA TOMA DE MUESTRA : 09:28 a.m-9:34 a.m  
MUESTREADO : Por el Solicitante  
FECHA DE EMISIÓN : 02-07-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO	
			AFLUENTE	EFLUENTE
01	pH	Potencial de Hidrógeno	7.2	7.34
02	SST	ppm	770	132
03	Coliformes Totales	UFC/100ml	3223	737
04	DBO5	ppm	360	11
05	DQO	ppm	454	32

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



**Anexo N° 07: Caracterización físico química del suelo regado con efluente (Biohuerto) y muestra testigo**



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

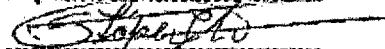
**INFORME DE ENSAYO N° 134-2015/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE** : LUZ EDITH PEÑA PÉREZ  
**PUNTO DE MUESTREO** : 01 Puntos  
**MUESTRA** : Suelo  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA** : 04-08-2015  
**HORA TOMA DE MUESTRA** : 09:20 a.m  
**MUESTREADO** : Por el Solicitante  
**FECHA DE EMISIÓN** : 07-08-2015

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO
			BIOHUERTO
01	Aluminio	mg/Kg	0.52
02	Fósforo	mg/Kg	8.0
03	Nitrógeno	%	12.0
04	Potasio	Cmol/Kg	1.6
05	Calcio	Cmol/Kg	6.30
06	Magnesio	Cmol/Kg	3.87
07	pH	Potencial de Hidrógeno	5.30
08	Densidad Aparente	g/mL	12.0
09	Textura	%	24.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO


INFORME DE ENSAYO N° 138-2015/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : LUZ EDITH PEÑA PÉREZ  
PUNTO DE MUESTREO : 01 Puntos  
MUESTRA : Suelo-Testigo  
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 04-08-2015  
HORA TOMA DE MUESTRA : 10:10 a.m  
MUESTREO : Por el Solicitante  
FECHA DE EMISIÓN : 07-08-2015

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	PUNTOS DE MUESTREO
			SUELO-TESTIGO
01	Aluminio	mg/Kg	0.48
02	Fósforo	mg/Kg	6.0
03	Nitrógeno	%	8.0
04	Potasio	Cmol/Kg	1.20
05	Calcio	Cmol/Kg	5.30
06	Magnesio	Cmol/Kg	3.32
07	pH	Potencial de Hidrógeno	5.25
08	Densidad Aparente	g/mL	10.0
09	Textura	%	22.0

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE